ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUIN 1932.

PRÉSIDENCE DE M. Robert BOURGEOIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NÉCROLOGIE. — *Notice sur les travaux d'* Albert de Grossouvre, par M. **H. Douvillé**.

Né en 1849, **Albert de Grossouvre** entre à l'École Polytechnique en 1867; il en sort dans le corps des Mines. A cette époque il était considéré par ses examinateurs comme un mathématicien d'avenir; mais l'attrait de la géologie l'emporta et il devint géologue par vocation. Depuis ce moment on peut dire qu'il consacra à ces recherches sur le terrain et dans son cabinet tout le temps dont il pouvait disposer.

Aussi bon paléontologue que stratigraphe, il a toujours montré que ces deux disciplines devaient marcher de concert et que la connaissance précise des fossiles était indispensable pour établir d'une manière rigoureuse la succession des couches et leur synchronisme.

En résidence à Bourges presque au début de sa carrière, il n'a jamais quitté cette ville; toujours le Berry a été le point de départ de ses études et de là il a rayonné dans toutes les directions, vers la Normandie comme vers les Pyrénées et la Provence, relevant des coupes détaillées et recueillant d'innombrables échantillons de fossiles, des Ammonites principalement.

Dans le Jurassique il a étudié d'abord le Bajocien, le Bathonien, puis successivement les étages plus élevés; dans ces différents niveaux il s'est

---

(1) Séance du 13 juin 1932.

toujours efforcé de réunir des séries assez nombreuses de chaque forme fossile pour permettre de préciser à la fois le degré de variabilité des individus et les caractères résultant de leur évolution dans le temps. Il a pu ainsi non seulement perfectionner l'échelle stratigraphique des terrains, mais en même temps reconstituer l'histoire de certaines familles d'Ammonites. On peut citer en particulier la description des espèces du Bajocien et du Bathonien de la Nièvre; il est revenu à plusieurs reprises sur l'étude des faunes de ces niveaux et il l'a étendue à une grande partie du bassin de Paris. Il a apporté dans ces recherches une précision extrême, c'est ainsi par exemple que dans son étude détaillée d'une forme à ontogénie extrêmement variable, l'*Ammonites zigzag*, il a pu montrer que des caractères souvent considérés comme spécifiques n'étaient en réalité dus qu'à un développement plus ou moins rapide des individus.

Les niveaux plus récents ont aussi attiré son attention; il a décrit des Ammonites du Callovien et de l'Oxfordien et montré les divisions en zones qu'il fallait établir dans ces terrains. Il revenait encore récemment sur ces questions en 1925.

Tout aussi importants sont ses travaux sur le terrain crétacé; il l'étudie d'abord dans le Sud-Ouest du bassin de Paris : il distingue dans la craie de Villedieu trois zones caractérisées par des Ammonites et il montre leur correspondance avec les niveaux à *Micraster* de la craie du Nord de la France; les craies de Chaumont et de Blois sont contemporaines de la craie à Bélemnitelles, tandis que la craie à Baculites du Cotentin, en représente le faciès littoral.

A plusieurs reprises il explore la craie des Corbières et des Pyrénées; il fait voir que d'après leurs Ammonites, les couches à Hippurites de la Montagne des Cornes sont coniaciennes et santoniennes, le Campanien étant représenté par les grès d'Alet. Il montre le rôle important des Bélemmitelles dans les assises de la craie supérieure, les *Actinocamax* apparaissant dès la base du Santonien supérieur, tandis que les Bélemnitelles ne se montrent que plus haut, dans le Campanien. Il retrouve ce même niveau à *Actinocamax* en Provence, représenté par le calcaire de Contes.

Pour mener à bonne fin ces divers travaux, de Grossouvre avait eu à étudier de nombreux échantillons d'Ammonites : c'est l'origine de la belle monographie des Ammonites de la craie supérieure qu'il publie avec 39 planches de fossiles en 1893; il s'efforce d'établir des genres naturels en tenant compte de tous les caractères et particulièrement du plan de la cloison. Il complète cette monographie, en 1895-1901, par un important

ouvrage sur la stratigraphie de la craie supérieure, dans lequel il passe en revue la composition détaillée du terrain crétacé en France, en Angleterre, dans les Alpes, en Scandinavie, dans l'Inde et jusqu'aux États-Unis; sur bien des points cette synthèse est appuyée sur des observations personnelles.

Où faut-il placer la limite du Crétacé et de l'Éocène? De Grossouvre s'est à plusieurs reprises préoccupé de cette question et il a montré que les modifications les plus importantes de la faune se sont produites avant le Danien; d'où la conclusion que cet étage serait mieux placé à la base du Tertiaire.

Le terrain tertiaire du Berry avec ses minerais de fer ne pouvait que l'intéresser doublement comme ingénieur et comme géologue. Il en fait dès 1886 une description complète et ce Mémoire est d'autant plus important que de Grossouvre a été le dernier témoin de l'exploitation de ces minerais. Dans cette curieuse formation, les minerais de fer en grains sont subordonnés à des argiles réfractaires et à des sables granitiques ou kaoliniques; par places un excès de silice transforme les argiles en argilolithes dures et les sables en grès à ciment siliceux; sur certains points des gypses y ont été exploités.

Ces dépôts constituent des nappes irrégulières discontinues, sans traces de stratification et présentant d'un point à un autre des caractères très variables; les premiers lambeaux se montrent au Sud sur les terrains cristallins du plateau central; ils s'étendent ensuite sur les calcaires jurassiques qu'ils corrodent profondément et dans lesquels ils peuvent former des entonnoirs ou des filons.

Par une discussion serrée, de Grossouvre montre que ces caractères si particuliers ne peuvent s'expliquer par une simple dissolution des calcaires par les eaux météoriques chargées d'acide carbonique; il croit nécessaire de faire intervenir l'action de sources thermales. Il applique les mêmes considérations aux argiles réfractaires associées aux argiles à silex et aux sables granitiques du bassin de Paris, ceux-ci bien distincts des sables et argiles de la Sologne dont la stratification régulière n'est pas douteuse.

Je n'ai pas besoin d'ajouter que de Grossouvre a consacré une partie de son activité à l'exécution des cartes géologiques du centre de la France; on lui doit les tracés de trois feuilles au 1/80000e (Issoudun, Châteauroux, Valençay) et il a collaboré à plusieurs autres, aux différentes échelles, pour les terrains secondaires et tertiaires.

En 1902 l'Académie lui décernait le prix Fontannes et en 1913 elle l'appelait au nombre de ses correspondants dans la Section de Minéralogie. Il

poursuivait toujours ses travaux sur le terrain et dans les importantes collections qu'il avait réunies à Bourges. Puis quand l'âge est venu diminuer son activité, il a dû renoncer aux excursions et se borner à l'étude des fossiles qu'il avait patiemment recueillis; il continuait à nous en faire connaître les formes les plus intéressantes. C'est dans ces occupations favorites que la mort est venue le surprendre; une courte maladie l'enlevait à sa famille et à ses amis le 18 mai dernier.

L'œuvre qu'il nous laisse est considérable : ses nombreuses Notes, ses Mémoires tant géologiques sur les minerais de fer que paléontologiques sur les Ammonites, sont des constructions solidement établies qui défieront l'usure du temps et perpétueront son souvenir.

Si l'on ajoute que ces recherches ont été poursuivies en province, où il n'avait à sa disposition aucune des facilités d'étude que l'on trouve dans les centres universitaires, on ne peut qu'admirer la persistance et la continuité de son effort. De Grossouvre était un vrai naturaliste, mais il avait aussi une sérieuse formation mathématique et peut-être n'est-elle pas tout à fait étrangère à l'importance des résultats qu'il a obtenus. Dans sa longue carrière il n'a cessé de se consacrer au culte de la géologie; il nous laisse, avec de vifs et unanimes regrets, un noble exemple à suivre et à citer aux géologues de l'avenir.

Au nom de l'Académie j'adresse à Madame de Grossouvre et à sa famille toutes nos condoléances et l'expression de notre vive sympathie dans le grand malheur qui vient de les frapper.

THERMOCHIMIE. — *Thermochimie des orthophosphates de calcium.* Note de MM. C. **Matignon** et **M. Séon**.

L'acide phosphorique introduit récemment dans la grande industrie chimique paraît appelé à jouer un rôle important dans la technique lorsque son prix de revient sera suffisamment abaissé.

C'est pour aboutir à ce résultat que de nombreuses recherches sont effectuées, depuis une dizaine d'années, sur la préparation de cet acide à partir des phosphates naturels.

Les chaleurs de formation des phosphates de calcium, qui interviennent au cours de ces différentes préparations, ne sont pas connues ou sont mal définies. Les orthophosphates dicalcique et tricalcique précipités, les seuls sur lesquels on ait des renseignements, ont des chaleurs de formation qui oscillent autour de deux nombres présentant un écart de 6 à 7^{cal}.

Nous avons entrepris l'étude thermochimique des trois orthophosphates en utilisant, au sein du calorimètre, les dissolutions dans une solution chlorhydrique N/2 employée en grand excès.

I. *Phosphates monocalciques* (1). — Le sel hydraté bien cristallisé conduit à la relation thermique suivante :

$$P^2O^5.CaO,2H^2O_{sol.} + nHCl_{diss.}$$
$$= P^2O^5 3H^2O_{diss.} + CaCl^2 + H^2O + (n-2)HCl_{diss.} - 1^{cal},20.$$

En tenant compte des données complémentaires

$$CaO_{sol.} + 2HCl_{diss.} = CaCl^2_{diss.} + H^2O + 46^{cal},1$$
$$PO^4H^3_{sol.} + Aq = PO^4H^3_{diss.} + 2^{cal},69,$$
$$2PO^4H^3_{diss.} + CaCl^2_{diss.} = +0^{cal},24,$$

on en déduit

$$2PO^4H^3_{sol.} + CaO_{sol.} = P^2O^5.CaO\,2H^2O.H^2O_{sol.} + 53^{cal},92.$$

Le sel anhydre dissous dans les mêmes conditions a donné

$$P^2O^5CaO\,2H^2O_{sol.} + nHCl_{diss.} = P^2O^5 3H^2O_{diss.} + CaCl^2_{diss.} + (n-2)HCl_{diss.} + 3^{cal},7,$$

d'où l'on tire

$$P^2O^5CaO\,2H^2O_{sol.} + H^2O = P^2O^5CaO\,2H^2O.H^2O_{sol.} + 4^{cal},95.$$

Cette chaleur d'hydratation s'accorde parfaitement avec la stabilité du sel, qui ne se décompose pas à la température ordinaire dans le vide sec et exige 15 heures à 100° pour se déshydrater.

II. *Phosphates dicalciques*. — Le phosphate dicalcique hydraté a dégagé $+0^{cal},25$ par sa dissolution dans l'acide chlorhydrique étendu,

$$P^2O^5 2CaO\,H^2O.4H^2O_{sol.} + nHCl_{diss.}$$
$$= P^2O^5.3H^2O_{diss.} + 2CaCl^2_{diss.} + (n-4)HCl_{diss.} + 2H^2O + 0^{cal},25,$$

d'où l'on peut obtenir comme précédemment

$$2PO^4H^3_{sol.} + 2CaO_{sol.} + 2H^2O_{liq.} = P^2O^5 2CaO\,H^2O.4H^2O_{sol.} + 97^{cal},57.$$

D'autre part, d'après Berthelot et Joly, la neutralisation de l'acide phosphorique par deux molécules de chaux correspondrait à un effet thermique variant de 49^{cal} à $55^{cal},8$,

$$2PO_3H^3_{diss.} + 2CaO_{diss.} + 2H^2O = P^2O^5CaO\,H^2O.4H^2O_{préc.} + 55^{cal},8.$$

---

(1) Les détails sur la préparation et les propriétés de ces corps seront donnés dans un autre Recueil.

En admettant le dernier nombre $55^{cal},8$, on en déduit pour la chaleur de formation précédente $97^{cal},38$, valeur qui s'accorde parfaitement avec le nombre obtenu par nous, et qui établit la parfaite identité de notre produit avec celui de Joly.

Le sel obtenu par la déshydratation du précédent a fourni un effet thermique de $7^{cal},91$ par sa dissolution chlorhydrique,

$$P^2O^5\,2CaOH^2O_{sol.} + n\,HCl_{diss.} = P^2O^5\,3H^2O_{diss.} + 2CaCl^2_{diss.} + (n-4)HCl_{diss.} + 7^{cal},91.$$

On en tire les conséquences suivantes :

$$2PO^4H^3_{sol.} + 2CaO_{sol.} = P^2O^5\,2CaOH^2O_{sol.} + 2H^2O_{liq.} + 89^{cal},67,$$
$$P^2O^5\,2CaOH^2O_{sol.} + 4H^2O_{liq.} = P^2O^5\,2CaOH^2O\,4H^2O_{sol.} + 7^{cal},66.$$

La déshydratation du sel hydraté exige une température prolongée au delà de 200°. Par exemple, le sel anhydre employé dans les expériences précédentes a été chauffé pendant 31 heures à 214°, puis 26 heures à 240° et enfin 9 heures à 260° pour atteindre une composition fixe correspondant au sel anhydre.

Les conditions de la déshydratation sont très variables d'un expérimentateur à l'autre, elles montrent que le sel hydraté donne lieu sans doute à une transformation variable avec les conditions.

La valeur d'hydratation de $7^{cal},66$ est en parfait accord avec un changement d'état donnant lieu à un dégagement de chaleur, sans doute une polymérisation. En effet, un sel dégageant 2^{cal} par molécule d'eau doit perdre cette eau à basse température; la chaleur d'hydratation est donc supérieure à $7^{cal},66$; le sel déshydraté étudié n'est pas le phosphate anhydre normal, mais une modification formée à partir du sel normal avec dégagement de chaleur.

III. *Phosphate tricalcique.* — Ce sel a été préparé par voie sèche à partir du pyrophosphate tétracalcique et du carbonate de chaux chauffés tous deux dans le vide à la température de 850° pendant 6 heures. On a pu suivre la marche de la combinaison en dosant à des temps variables la quantité de chaux non combinée à l'aide de la réaction de Lerch et Bogue (¹).

La dissolution chlorhydrique fournit un effet thermique de $28^{cal},45$:

$$P^2O^5\,3CaO_{sol.} + 6HCl_{diss.} = 3CaCl^2_{diss.} + P^2O^5\,3H^2O_{diss.} + 28^{cal},45.$$

On en déduit

$$2PO^4H^3_{sol.} + 3CaO_{sol.} = P^2O^5\,3CaO_{sol.} + 3H^2O_{liq.} + 115^{cal},51,$$
$$P^2O^5\,2CaO_{sol.} + CaO_{sol.} = P^2O^5\,3CaO_{sol.} + 25^{cal},81.$$

(¹) *Ind. and Engin. Chem.*, 18, 1926, p. 739.

D'autre part, Berthelot a donné $64^{cal},0$ pour la chaleur de formation du phosphate précipité obtenu par double décomposition :

$$2\,PO^4H^3_{diss.} + 3\,CaO_{diss.} = P^2O^5\,3\,CaO\,Aq_{préc.} + 3\,H^2O + 65^{cal},0.$$

En comparant cette donnée avec les précédentes, on obtient la chaleur de transformation du sel anhydre en sel hydraté précipité :

$$P^2O^5\,3\,CaO_{sol.} + Aq = P^2O^5\,3\,CaO\,Aq_{préc.} + 8^{cal},17.$$

Le monohydrate de phosphate tricalcique ne correspond pas comme stabilité à un effet thermique de $8^{cal},17$. La discordance qui apparaît semble établir un nouveau changement d'état entre le sel anhydre obtenu à basse température et celui préparé par voie sèche. Ce dernier doit constituer une forme instable par rapport au phosphate de basse température.

Des études chimiques sont poursuivies pour éclaircir tous ces points.

La préparation du phosphore à partir du phosphate tricalcique absorbe l'énorme quantité de chaleur de $-382^{cal},9$:

$$P^2O^5\,3\,CaO_{sol.} + 5\,C = 5\,CO + 1/2\,P^4_{vap.} + 3\,CaO - 382^{cal},9,$$

en admettant 18^{cal} pour la chaleur de sublimation de la molécule tétratonique du phosphore.

Avec de la silice en excès, cette absorption s'abaisse à $297^{cal},90$:

$$P^2O^5\,3\,CaO + 5\,C + 3\,SiO^2 = 5\,CO + 1/2\,P^4_{vap.} + 3\,(SiO^2CaO) - 297^{cal},90,$$

la chaleur de formation du silicate monocalcique étant de $28^{cal},1$.

GÉNÉTIQUE. — *Sur l'hérédité du sexe chez la Sauge des prés* (Salvia pratensis *L.*). Note de M. **Louis Blaringhem**.

En 1920 [1], j'ai signalé les variations de taille et de sexualité des individus de *Salvia pratensis* L. composant une population hétérogène de 261 plantes à fleurs bleues dans la prairie de la station Berthelot, à Bellevue (Seine-et-Oise). J'ai insisté sur le fait que la plupart des individus portaient des fleurs du même type, tantôt grandes à bras des connectifs *longs* (22^{mm}), soit 151 individus, tantôt petites à bras *courts* (5^{mm}), soit 50 individus, tantôt *intermédiaires* à bras de 15^{mm}, soit 45 individus, la taille des fleurs variant dans les mêmes rapports; les plantes femelles par avortement du

---

[1] *Études sur le polymorphisme floral* : I. *Fleurs trimorphes du* Salvia pratensis *L.* (*Bull. Soc. bot. France*, **67**, 1920, p. 212-216).

contenu des anthères étaient toutes à bras de connectifs courts, la stérilité du pollen étant liée, avec les mêmes gradations, au passage des connectifs longs aux connectifs courts. Un petit nombre d'individus (15) à connectif *variable* d'une fleur à l'autre donne comme les intermédiaires un fort pourcentage de grains de pollen avortés.

Six générations d'isolement m'ont permis de séparer presque complètement des lignées de *Salvia pratensis* L., à fleurs femelles blanches pour la plupart, certaines à fleurs roses, ainsi que des intermédiaires, rarement des hermaphrodites à pollen parfait. Les changements produits dans le port des plantes, dans la couleur des fleurs, dans la forme des grappes même, montre que la ségrégation méticuleuse des individus femelles à partir de lignées hermaphrodites conduit à l'obtention de formes nouvelles plus ou moins stables, c'est-à-dire à des mutations dans l'espèce.

Les cultures de 1920 à 1924 des graines de plantes femelles, ont fourni un *novum*, deux plantes à fleurs blanches dans un lot provenant du semis répété des graines provenant d'individus à fleurs pâles; la ségrégation devient, à partir de cette date, très sévère; l'un des individus à fleurs blanches étant femelle, l'autre du type intermédiaire, le pollen de ce dernier fut seul utilisé et d'ailleurs donna d'assez maigres résultats en bonnes graines. En 1926, 17 plantes seulement avaient pu parvenir à la fleur dont 11 hermaphrodites à fleurs roses, 3 intermédiaires roses, 3 femelles blanches; le pied blanc intermédiaire de 1924 fut encore utilisé pour polliniser les trois dernières citées de 1926, ce qui épura considérablement le lot.

En 1928, je notai, avant mon départ pour le Japon, la disparition des véritables hermaphrodites et la haute fréquence des individus blancs, soit, pour 95 plantes :

56 individus femelles à fleurs blanches, 6 individus intermédiaires à fleurs blanches, 14 individus femelles à fleurs roses, 4 individus intermédiaires à fleurs roses, 15 plantes n'ayant pas fleuri.

Presque tous les individus à fleurs femelles blanches furent détruits par l'hiver rigoureux de 1928-1929, et je récoltai en fin juillet 1930 les graines de trois plantes femelles blanches, isolées et pollinisées à la main par le même individu intermédiaire à fleurs blanches. En 1932, j'ai les trois descendances en fleurs. Les plantes femelles à fleurs blanches forment la majorité; mais il subsiste quelques plantes à fleurs roses et il s'est produit une nouveauté, un pied femelle à fleurs roses et palais de la corolle blanc, à coloris du plus bel effet.

La descendance A, avec 36 individus d'ailleurs peu vigoureux, n'a que des fleurs blanches réparties sur 27 individus ♀, 2 intermédiaires ♀ — ♂ et 1 ♂; ce dernier, d'ailleurs, donne peu de pollen avec environ 50 grains pour 100 avortés. C'est la lignée la plus épurée, à fleurs petites; quelques plantes à larges plages jaunes sur les feuilles ne fleuriront pas; d'autres, après avoir donné quelques hampes femelles, se dessèchent prématurément et meurent. J'y trouve tous les symptômes de déchéance qui affectent les lignées épurées par croisement *inter se* chez les espèces où la fécondation croisée est la règle.

La descendance B se compose de 52 plantes vigoureuses pour la plupart, dont 47 sont femelles (44 blanches + 2 rouges + 1 rouge à palais blanc), 4 hermaphrodites à fleurs moyennes, mais à pollen partiellement (5 à 30 pour 100) avorté et 1 plante intermédiaire en mosaïque, rose, à fleurs femelles sur toutes les branches, sauf une où des fleurs à pollen alternent avec des fleurs femelles.

La descendance C, avec 17 femelles (16 blanches + 1 rouge) + 4 hermaphrodites blanches et 2 intermédiaires blanches, est très vigoureuse; le pollen des plantes intermédiaires est très rare, jusqu'ici inactif.

On peut tirer quelques conclusions et signaler les particularités relatives à la transmission héréditaire des sexes chez les *Salvia protensis*.

D'abord, comme pour les Œillets, les Ancolies et beaucoup d'autres plantes étudiées à Bellevue, la tendance à la ségrégation des lignées hermaphrodites et femelles est bien marquée; les descendants de plantes femelles sont en très forte majorité femelles, soit 27 pour 30 chez A; 47 pour 52 chez B; 17 pour 23 chez C, proportions comparables si l'on tient compte des nombres relativement peu élevés des individus, en moyenne 90 pour 100; les individus intermédiaires sont rares, plus rares que dans la nature, soit moins de 5 pour 100. Il n'est pas impossible d'arriver à une proportion de femelles encore plus élevée, mais comme je vais le montrer, ce sera au détriment de la fécondité.

Dans la nature les individus femelles sont plus féconds environ d'un tiers que les individus hermaphrodites ou intermédiaires; dans mes cultures à cause de l'isolement des grappes hermaphrodites il en est de même, mais j'éprouve de grandes déceptions, après les pollinisations faites à la main sur les plantes femelles même non isolées; on peut dire que 10 ponr 100 seulement des akènes nouent et d'ailleurs irrégulièrement, soit 0,4 akène par fleur en moyenne alors que dans la nature les plantes femelles donnent 3 akènes en moyenne, le maximum étant 4. Deux causes principales

limitent la fécondité; malgré les pollinisations répétées chaque matin, les circonstances favorables à la fécondation ne sont pas aussi renouvelées que lorsque les insectes butineurs interviennent; je dépose plus de pollen sur les stigmates mais en un petit nombre d'opérations et certainement la fertilité diminue pour cette cause.

Elle n'est pas la seule, car l'intervention du pollen des fleurs roses ou rouges, intermédiaires, donne plus de graines que celui des fleurs blanches lorsqu'il s'agit de féconder les femelles blanches et réciproquement les femelles roses nouent surtout bien leurs akènes avec le pollen des blanches intermédiaires. Ici, intervient la pureté de souche, qui entraîne lorsqu'elle est portée à un degré trop élevé, comme je l'ai vérifié aussi pour *Eschscholtzia californica* Chamisso, presque immédiatement la stérilité totale.

En fait *Salvia pratensis* L. est une espèce bien adaptée à la fécondation croisée et depuis toujours; elle supporte une génération ou deux la fécondation par elle-même, mais au détriment de la fertilité et seulement lorsque la lignée est par les réactions antérieures imprégnée de sang étranger; c'est la raison pour laquelle je maintiens quelques individus à fleurs rouges dans mes cultures. Peut-être aussi l'état récessif qu'implique la couleur blanche des fleurs accentue la déchéance, tous points qui sont suivis par des statistiques probantes dans l'ensemble, mais non décisives individuellement en raison des impuretés latentes initiales.

Il se produit de plus des nouveautés. La variation blanche qui me sert de souche depuis 1924 n'est pas rare dans la nature, mais il est rare qu'on la sélectionne avec la rigueur que j'ai pu y apporter en raison de l'état femelle des mutantes. A cette première variation brusque, s'ajouta en 1932 une mutation bien curieuse dont je vais suivre à part l'épuration si possible; il s'agit de la plante femelle à corolle rouge et palais blanc, non signalée à ma connaissance jusqu'ici. Mais, tant dans les plantes femelles blanches que dans les hermaphrodites, il se produit des variations dont la plus notable est la variation dans la compacité des grappes de fleurs, pouvant être trois fois plus forte chez les individus femelles les plus compacts que chez les individus hermaphrodites les plus lâches; à la forte compacité s'ajoute le nombre plus élevé, pouvant être double, des fleurs insérées sur le même verticille. Il n'est question dans ces variations brusques que de caractères très apparents qui affectent les individus entiers.

A ces altérations brusques, inattendues et pour partie fixables, s'ajoutent les cas beaucoup plus rares de mosaïques, certaines branches donnant des fleurs intermédiaires alors que les contemporaines du même niveau et de

la même plante ne donnent que des femelles ; j'ai deux cas de cette disjonction fortement localisée. Le plus souvent, sur certains individus en mosaïque, les verticilles successifs des grappes portent des fleurs de type sexuel et de taille différents ; mais ces exemples aussi sont assez rares, moins du cinquième de l'ensemble.

En résumé, bien que je n'aie pu obtenir pour *Salvia pratensis* L. de lignée ne renfermant que des descendants femelles, je ne doute pas de l'application de la règle de l'hérédité uuilatérale du sexe femelle dans cette espèce, puisque, en six générations, j'ai élevé le pourcentage des individus de ce sexe à 90 pour 100 ; et l'effort tenté pour isoler en même temps le caractère fleur blanche a certainement limité la transmission, par la stérilité probable des types épurés autofécondés.

Au cours de cette épuration, sans aucun retour au type initial à fleurs bleues, sont apparues des nouveautés, des mutations véritables portant sur les coloris des fleurs, blanches, roses, rouges, rouges à palais blanc, portant sur les compacités des grappes de fleurs, sur le nombre des fleurs groupées sur les verticilles pour ne parler que des caractères floraux ; d'autres déviations dans la vigueur des individus, dans la lenteur de montée à fleur, dans les teintes jaune ou marbré de jaune des organes végétatifs montrent qu'à la disjonction sexuelle des lignées s'ajoute quantité de phénomènes de ségrégation d'autant plus remarquables qu'ils n'apparaissent pas dans la population de plantes sauvages, suivie depuis vingt-cinq ans et beaucoup plus abondante en individus, qui est le point de départ de ces lignées aberrantes.

M. A. **Blondel** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé *Les Radiophares*.

NOMINATIONS.

MM. L. **Lecornu**, G. **Perrier** et E. **Esclangon** représenteront l'Académie (avec les membres déjà désignés) à l'inauguration du monument élevé à la mémoire de *Pierre-Simon Laplace*.

M. E. **Leclainche** est désigné pour représenter l'Académie au *Ier Congrès international d'Hygiène méditerranéenne*, qui se tiendra à Marseille du 20 au 25 septembre 1932.

MM. A. **Lacroix**, E.-L. **Bouvier**, P. **Marchal** sont désignés pour représenter l'Académie à la célébration du *Centenaire de la Société entomologique de France*, dans le grand amphithéâtre de l'Institut océanographique, le 16 juillet 1932.

L'Académie charge son **Bureau** de la représenter au *Congrès international d'Électricité* qui aura lieu à Paris du 5 au 12 juillet 1932, pour commémorer le cinquantième anniversaire du Congrès international des électriciens de 1881.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un membre de la Section de Géographie et Navigation en remplacement de M. le Général *Ferrié* décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 51,

M. Jean Tilho	obtient	38 suffrages
M. Georges Barrillon	»	10 »
M. Emmanuel de Martonne	»	3 »

M. **Jean Tilho**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

M. **Jean Cabannes** est élu Correspondant pour la Section de Physique par 40 suffrages contre 2 à M. *Hélois Ollivier* et 1 à M. *Émile Henriot*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Éducation nationale** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats à la place de membre titulaire du *Bureau des Longitudes*, vacante par le décès de M. *G. Bigourdan*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le Tome I du *Traité de Pathologie végétale*, par Gabriel et Madeleine Arnaud. (Présenté par M. P.-A. Dangeard.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la rareté apparente des comètes hyperboliques.* Note [1] de M. **Jean Bosler**, présentée par M. Ernest Esclangon.

On ne voit jamais d'orbites cométaires franchement hyperboliques et l'on en conclut souvent que les comètes ont toujours appartenu au système solaire. Cette conclusion n'est cependant, croyons-nous, nullement établie.

I. Pour simplifier, n'envisageons ici que le Soleil S et Jupiter, dont nous supposerons l'orbite circulaire et de rayon r. Admettons qu'à cette distance de S il y ait en moyenne, par unité de volume, N comètes venues de toutes les directions de l'infini : les captures transformeront leurs orbites en ellipses ou en hyperboles.

Soit $n(t, a)$ le nombre des comètes elliptiques de grand axe $< 2a$, présentes au temps t dans notre système : il y en aura $n'_a(t, a)da$ de grand axe $> 2a$ et $< 2(a+da)$ et, si T est leur période moyenne en années, il en passera T fois moins, en moyenne, au périhélie par an.

La fréquence des passages varie au cours du temps dt : 1° elle croît par la capture de nouvelles comètes ; 2° elle croît encore du fait du changement de période des comètes déjà capturées, qui viennent pénétrer à nouveau dans la sphère d'activité de Jupiter et y *perdent* de leur énergie ; 3° elle décroît enfin du fait des comètes dont l'énergie est ainsi augmentée.

1° Le nombre des comètes paraboliques dont le grand axe devient $< 2a$, dans le temps dt, est sensiblement [2] :

$$\frac{4\pi}{3} m^2 a^2 N v \, dt,$$

m étant la masse de Jupiter rapportée au Soleil et v la vitesse parabolique à distance r. La fréquence annuelle des passages au périhélie des comètes de grand axe $> 2a$ et $< 2(a+da)$ se déduit de là aisément.

---

(1) Séance du 6 juin 1932.

(2) H. A. Newton, *Amer. Journ. of Sc.*, 42, 1891, p. 183 ; H. N. Russell, *Astron. Journ.*, 33, 1920, p. 49.

2° Si P est la probabilité moyenne pour qu'une des comètes ci-dessus vienne rencontrer la sphère d'activité de Jupiter et $0,5 - \alpha$ celle pour qu'il en résulte une perte d'énergie, le nombre des comètes ainsi perturbées est $n'_a(t, a)\, da\, \mathrm{P}(0,5 - \alpha)$. Si $\Delta\mathrm{T}$ est la diminution moyenne (essentiellement positive) de période consécutive, le nombre moyen des passages annuels de ces comètes au périhélie croît ainsi, dans le temps dt (où il n'y a, à l'endroit voulu de leur trajectoire, que dt/T des comètes envisagées) de

$$\frac{\partial n(t, a)}{\partial a} \mathrm{P}\left(\frac{1}{2} - \alpha\right)\left(\frac{1}{\mathrm{T} - \Delta\mathrm{T}} - \frac{1}{\mathrm{T}}\right)\frac{da\, dt}{\mathrm{T}}.$$

3° Les comètes du 3e groupe donnent lieu à un calcul analogue.

Dans l'ensemble, en tirant $\Delta\mathrm{T}$ de $\mathrm{T} = a\sqrt{a}$, on a, pour la variation résultante de la fréquence des passages des comètes 2° et 3° :

$$\frac{3\alpha}{a^2} \mathrm{P}\Delta\left(\frac{1}{a}\right)\frac{\partial n(t, a)}{\partial a}\, da\, dt.$$

Nous avons calculé ailleurs la valeur de α (1) et aussi de (2) $\mathrm{P}\Delta$, valeur moyenne de $\Delta(1 : a)$ pour toutes les comètes de période T rencontrant à nouveau la sphère d'activité de Jupiter. On a ainsi, en définitive :

$$\frac{\partial^2 n(t, a)}{\partial a\, \partial t} = \frac{16}{3}\pi^2\sqrt{2}\, m^2 \frac{a\mathrm{N}}{\sqrt{r}} - \frac{3k m^2 \sqrt{r}}{16\pi a^2 \sqrt{2}} \frac{\partial n(t, a)}{\partial a},$$

équation où $k = 2,1375$ et qui, si l'on pose $u = a^{-\frac{3}{2}} n'_a$, prend la forme :

$$\frac{du}{dt} = m^2\left(\frac{\mathrm{A}}{\sqrt{a}} - \frac{\mathrm{B}}{a^2} u\right).$$

On voit aussitôt que, lorsque t croît indéfiniment, si la valeur u_0 de u pour $t = 0$ ne dépasse pas $\mathrm{A}a^{\frac{3}{2}} : \mathrm{B}$ (quantité très grande, nous le verrons) u tend lui-même, *en croissant*, vers cette même limite.

Pour $r = 5,2$, $m = 1 : 1047,5$, et en ne considérant ici que les comètes de grand axe > 200, on a $\mathrm{B}m^2 : a^2 < 1 : 5,33 \,.\, 10^{10}$; on peut donc négliger sans crainte, dans le développement de u, les termes en t^3 et si, à l'origine, u_0 était très voisin de zéro, il vient :

$$u = \frac{\mathrm{A}}{\sqrt{a}} m^2 t - \frac{\mathrm{AB}}{2a^2\sqrt{a}} m^4 t^2.$$

II. Prenons un cas concret. Voyons comment varie avec le temps le

---

(1) *Journ. des Obs.*, 15, 1932, p. 1. On prend ici la partie principale de α.

(2) *Bull. astr.*, 7, 1931, p. 165.

nombre des passages annuels au périhélie des comètes de grand axe compris entre 200 et 220. Avec $N = 1000$, la formule (1°) donne par an 30 comètes, dont *une* passe en moyenne au périhélie tous les 33 ans, ce qui n'a rien d'inadmissible.

Dans ces conditions, au bout de 10^6 années, les passages annuels de comètes elliptiques s'élèvent à 30000, contre 30 comètes hyperboliques de même grand axe, au signe près. Après 10^7 années, les comètes elliptiques ont décuplé, les hyperboliques n'ayant pas augmenté. Enfin au bout d'un temps infini, les passages annuels de comètes elliptiques — abstraction faite des désagrégations — atteignent $1,6.10^9$, avec toujours 30 comètes hyperboliques. Ce n'est qu'après 10 ou 20.10^9 années que se ralentit la fréquence des passages de comètes elliptiques (dont nous venons de voir l'énorme limite asymptotique). Des considérations analogues s'appliqueraient aux comètes de vitesses non strictement nulles à l'infini.

III. On comprend dès lors pourquoi l'on observe si peu de comètes hyperboliques : *les comètes elliptiques reviennent, alors que les autres ne font que passer*. Cette idée si simple avait été aperçue en 1910 par Schiaparelli [1] : il n'eut guère le temps de s'y arrêter et elle n'attira pas, croyons-nous, l'attention qu'elle méritait. Une objection grave subsistait : le mécanisme même de la capture ne détruit-il pas, aux approches ultérieures, les effets des précédentes? Notre calcul montre qu'à moins d'envisager des durées d'une invraisemblable immensité, il n'en est rien. La rareté des comètes hyperboliques ne prouve donc pas que les comètes aient toujours appartenu au système solaire.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Mouvements multiponctuels correspondant à l'équation de Schrödinger écrite pour le cas d'un seul point.* Note [2] de M. A. **Buhl**.

Soient les symboles de Jacobi et de Schrödinger,

$$J(S) = \left(\frac{\partial S}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial S}{\partial z}\right)^2 - S^2\Omega,$$

$$\Sigma(V) = \Delta V + V\Omega,$$

où Ω est fonction donnée de x, y, z et où ΔV est le laplacien de V.

---

(1) *Bull. astr.*, 27, 1910, p. 200. Voir aussi J. Bosler, *Cours d'Astrophysique*, p. 438, Paris, Hermann, 1928.

(2) Séance du 13 juin 1932.

Soient, de plus,

$$U = S_1 + S_2, \qquad V = S_1 - S_2.$$

Un calcul immédiat montre que

$$(1) \qquad J(S_1) - J(S_2) + (S_1 + S_2)[\Sigma(S_1) - \Sigma(S_2)]$$

s'exprime identiquement par

$$(2) \qquad \frac{\partial}{\partial x}\left(U\frac{\partial V}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(U\frac{\partial V}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(U\frac{\partial V}{\partial z}\right).$$

A partir de solutions $S_1 - S_2$, $S_1 - S_3$, ... de l'équation $\Sigma = 0$, on peut former les deux suites associées

$$(3) \qquad \Sigma(S_1) = \Sigma(S_2) = \Sigma(S_3) = \ldots,$$

$$(4) \qquad J(S_1) = J(S_2) = J(S_3) = \ldots$$

Cela revient à considérer des expressions (1) toujours nulles et cette nullité peut toujours être obtenue, quel que soit V, en se servant de la forme (2) de l'expression (1) et en y déterminant convenablement U.

La correspondance entre les suites (3) et (4) paraît être fondamentale et exprimer aussi élémentairement que possible des résultats démontrés par des voies plus détournées.

Elle explique notamment pourquoi les méthodes variationnelles, appliquées à des intégrales en J, conduisent à l'opérateur Σ. De plus, la nullité de (2) permet de poser

$$P_y Q_z - P_z Q_y = U V_x,$$
$$P_z Q_x - P_x Q_z = U V_y,$$
$$P_x Q_y - P_y Q_x = U V_z.$$

Les nouvelles fonctions P et Q, correspondant à une fonction V, sont les deux intégrales distinctes de

$$V_x \frac{\partial W}{\partial x} + V_y \frac{\partial W}{\partial y} + V_z \frac{\partial W}{\partial z} = 0.$$

On voit que ces fonctions P et Q sont liées, de la manière la plus intime, à l'équation de Schrödinger en V et qu'on peut même les obtenir sans s'inquiéter de U.

En outre, elles définissent un *espace à canaux* (¹) ainsi associé à tout état quantique défini par une solution de l'équation $\Sigma = 0$. Dans les canaux

---

(¹) Voir Notes précédentes, notamment **194**, 1932, p. 822 et 1562. Voir également *Tourbillons, Corpuscules, Ondes* dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 3ᵉ série, **24**, 1932, p. 1.

d'un tel espace peuvent se mouvoir des particules transportant une masse, une charge, une intégrale invariante quelconque.

Tout ceci porte, de plus en plus, à penser que c'est faire fausse route que de considérer une équation de Jacobi classique, écrite pour le mouvement de n points matériels et de rechercher, non dans l'hyperespace en phase mais dans E_3, les ondes correspondantes. Il faut plutôt considérer d'abord, dans E_3, une équation de Schrödinger, telle que $\Sigma = 0$, et montrer, en canalisant l'espace comme il vient d'être indiqué, qu'elle peut s'accorder avec des mouvements multiponctuels.

MAGNÉTISME. — *Sur la mesure directe des susceptibilités magnétiques des liquides, par la balance magnétique Curie-Chéneveau.* Note de MM. **C. Courty** et **C. Chéneveau**, présentée par M. A. Cotton.

Dans une précédente Note [1], nous avons montré que dans l'emploi de la balance magnétique il fallait s'imposer l'égalité des volumes des liquides à comparer.

Depuis, nous avons utilisé des récipients en verre soufflé semblables aux flacons à densité des liquides, leur partie renflée occupant tout l'espace utile de l'entrefer de l'aimant. Ces tubes à partie renflée présentent sur les tubes cylindriques à trait de repère un avantage marqué. Le volume des liquides reste plus exactement le même et, ce volume étant accru, non seulement on gagne en sensibilité, mais on peut utiliser ces tubes pour la détermination de la densité des liquides étudiés avec une précision largement suffisante pour la correction du magnétisme de l'air (la connaissance de la densité, inutile pour les mesures de susceptibilités, est nécessaire si l'on veut calculer les coefficients d'aimantation).

Voici les résultats obtenus pour quatre liquides organiques purs. Ceux qu'ont donnés les deux premiers montrent que la précision des mesures est nettement améliorée depuis notre Note précédente [1].

$\varkappa_m$, la susceptibilité mesurée;

χ_c, le coefficient d'aimantation qui en résulte;

D, densité dans les conditions expérimentales;

χ est le coefficient déterminé par les auteurs dont les noms sont en regard, ces valeurs étant tirées du Recueil de Constantes : *International critical Tables of numerical data, physics, chemistry and technology*, 6, 1929, first edition, p. 361 et suivantes.

---

[1] *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 75.

Liquides.	$-10^6\chi_m$.	D.	$-10^6\chi_c$.	$-10^6\chi$.	Auteurs.
Benzène	0,628	0,88	0,713	0,712	Ishiwara, Isnardi et Gans
Tétrachlorure de carbone	0,697	1,63	0,427	0,429	Pascal
Chloroforme	0,742	1,52	0,488	0,488	»
Alcool absolu	0,595	0,799	0,744	0,744	»
Pyridine	0,610	0,98	0,622	0,623	»

Le calcul de la susceptibilité se fait en utilisant la formule suivante (que l'on établit facilement en utilisant l'expression $\chi v \mathrm{H}\, d\mathrm{H}/dx$ de la force agissant dans chaque cas sur un corps de volume v et de susceptibilité χ) :

$$10^6\chi = -0{,}72\rho - 0{,}029\left(\frac{293}{\mathrm{T}}\right)^2(\rho - 1),$$

T désigne la température (absolue) à laquelle on fait l'expérience. On a lu les trois déviations Δ'', Δ', Δ observées respectivement lorsque le tube est plein d'air, plein d'eau et plein du liquide à étudier (ces déviations Δ étant comptées positivement dans le cas du paramagnétisme, négativement dans le cas du diamagnétisme); ρ désigne le rapport

$$\frac{\Delta - \Delta''}{\Delta' - \Delta''}.$$

On a pris pour la susceptibilité de l'eau $10^6\chi_e = -0{,}72$ et pour celle de l'air

$$10^6\chi_a = 0{,}029\left(\frac{293}{\mathrm{T}}\right)^2.$$

Pour le benzène par exemple l'expérience nous a donné

$$\Delta'' = -108, \qquad \Delta' = -294, \qquad \Delta = -260, \qquad \mathrm{T} = 297^\circ{,}6\,\mathrm{C}.$$

RAYONNEMENT. — *Réalisation de corps noirs à la température d'ébullition de métaux.* Note de M. T.-N. **Panay**, présentée par M. Ch. Fabry.

La réalisation de ces radiateurs présente de l'importance parce que leur rayonnement peut servir de base pour la mesure des intensités spectrales, comme étalon photométrique, etc. Pour obtenir des corps noirs à température constante on a recours, généralement, aux points fixes de fusion de métaux. J'ai pensé à essayer la réalisation de corps noirs à température maintenue constante par un élément en ébullition.

Les premiers essais, que j'ai faits avec le zinc (point d'ébullition : 1180° K.), ont conduit à la réalisation d'un corps noir à l'ébullition de zinc. Voici, sommairement indiquée, la constitution de ce corps noir.

Un tube en quartz d'environ 3^{cm} de diamètre est disposé verticalement; son fond est fermé et reçoit le zinc qu'on fait bouillir. Un second tube en quartz disposé à l'intérieur du premier et suivant le même axe est terminé en son extrémité inférieure par une sphère d'environ $1^{cm},5$ de diamètre qui constitue le corps noir. Cette sphère présente en sa partie supérieure une ouverture d'où l'on reçoit le rayonnement. Au-dessus de cette ouverture le tube intérieur affecte des formes coniques et plus haut il devient plus large et cylindrique. Les deux tubes sont soudés en leurs extrémités supérieures, isolant ainsi d'une façon étanche l'espace entre eux. Le fond du corps noir se trouve à 4^{cm} au-dessus du fond du tube extérieur. La hauteur totale de l'appareil est environ 42^{cm}.

Le chauffage est effectué par un courant électrique qui traverse un ruban de chromel, enroulé autour de la partie inférieure du tube extérieur et sur une partie seulement de la hauteur occupée par le zinc. Une feuille de carton d'amiante enroulée en cylindre est placée autour du conducteur à la distance de 1 ou 2^{cm}. Cette feuille cylindrique présente un trou pour mesurer à travers celui-ci la température du ruban au pyromètre optique. La feuille cylindrique est fermée en haut et en bas par des disques en carton d'amiante.

Quand l'appareil fonctionne on y fait circuler un courant d'azote au moyen de deux tubes en quartz horizontaux soudés sur le tube extérieur à 8^{cm} environ de son sommet. En cette région le tube extérieur est double, afin d'éviter des inconvénients qui pouvaient être causés par la circulation du gaz.

Un tube oblique en quartz soudé au tube extérieur, à 17^{cm} de son fond, sert à vider le zinc liquide à la fin de l'expérience. L'appareil est ensuite nettoyé à l'acide chlorhydrique et à l'eau.

Un deuxième circuit électrique est constitué par un enroulement en fil de chromel enveloppant le tube extérieur depuis quelque distance au-dessus du premier enroulement jusqu'un peu au-dessus des tubes de circulation de gaz ; il enveloppe aussi le tube qui sert à vider le zinc. Ceci maintient les parois du quartz à une température de l'ordre de 700° C. et a pour effet d'empêcher les vapeurs du zinc de se solidifier sur les parois et de les obliger à retomber à l'état liquide.

Des essais ont été faits avec la sphère en quartz constituant le corps noir plongée dans le zinc liquide en ébullition ; dans d'autres essais cette sphère

était plongée dans les vapeurs un peu au-dessus du zinc liquide en ébullition. Dans les deux cas, on obtient une température constante pour une durée aussi longue qu'il est désiré. On a fait avec l'appareil des expériences dépassant l'intervalle de dix heures continues.

Aux premiers essais, le corps noir était disposé avec son axe horizontal ; cette disposition est plus simple et elle évite aussi la réflexion généralement nécessaire dans l'autre disposition, décrite plus haut ; celle-ci, cependant, présente des avantages et sera aussi celle employée dans des corps noirs à des plus hauts points d'ébullition que nous avons actuellement en construction. Dans ces corps noirs, le métal sera placé dans un cylindre en carbone. Le corps noir sera en carbone aussi. L'ensemble sera placé dans une enveloppe métallique étanche pourvue de fenêtres en quartz. On fera circuler de l'argon dans cette enveloppe. Les premiers essais seront faits à l'ébullition de plomb (1800°K.). Les métaux que nous essaierons après le plomb seront probablement l'argent et l'étain (points d'ébullition 2230° et et 2540°K. respectivement).

SPECTROSCOPIE. — *Sur les variations de longueur d'onde de raies émises par un arc au cuivre à grande intensité.* Note de M. **J. Gilles**, présentée par M. A. Cotton.

L'étude de la variation de longueur d'onde de raies spectrales émises par les différentes régions d'un arc à grande intensité exige que le courant et le point photographiés restent stables pendant la pose. Cela n'a pas lieu pour un arc entre électrodes de cuivre car le métal fond trop rapidement dès que l'intensité atteint une centaine d'ampères.

Nous avons donc utilisé une anode de laiton et une cathode de graphite de 15^{mm} de diamètre (en dessous de l'autre électrode). Pendant le fonctionnement de l'arc, il y a entraînement suffisant de cuivre de l'anode sur la cathode pour que cette dernière soit à chaque instant bordée d'une croûte métallique. L'arc jaillit ainsi dans des conditions de stabilité aussi satisfaisantes que possible ; toutefois on constate un dégagement considérable de fumées composées principalement d'oxydes. Au début de l'allumage, on observe une luminosité verte entourant l'électrode positive et une région ponctuelle bleue sur la cathode caractéristique de l'arc au charbon. Aussi est-il nécessaire que la distance des électrodes soit assez faible et que la lueur anodique atteigne la cathode si l'on veut observer un déplacement des raies spectrales, en l'absence d'un dépôt de cuivre sur l'électrode néga-

tive. Les photographies ont été prises avec une distance d'électrodes voisine de 7^{mm}. L'image de la région étudiée était agrandie et projetée sur la fente du spectrographe à réseau concave installé sous l'électro-aimant de l'Académie des Sciences. La stabilité et la constance de la température sont très satisfaisantes. La dispersion de 2,7 Å au millimètre était suffisante pour mesurer les variations de longueur d'onde observées aux électrodes pour des courants i de quelques centaines d'ampères.

Tenant alors compte du caractère de dissymétrie des raies qui paraît étroitement lié à l'effet de pôle, nous avons analysé une région spectrale contenant un doublet intense, diffus et renversé, $^2P - {}^2D$ de Cu I. Bien que Royds ait obtenu des résultats négatifs dans le cas analogue du calcium, vers λ 4450, nous avons mesuré les diminutions suivantes de longueurs d'onde à la cathode (résultats évalués en angströms) :

	$2^2P_2 - 3^2D_3$. 5218,17.	$2^2P_1 - 3^2E_2$. 5153,23.	$m^2D_3 - 2^2P_2$. 5105,55.
$140 < i < 200$	−0,075	−0,065	0
$190 < i < 250$	$-0{,}08_8$	$-0{,}07_4$	0
$260 < i < 350$	$-0{,}09_8$	$-0{,}08_4$	0
$300 < i < 400$	$-0{,}10_0$	$-0{,}08_5$	0
$350 < i < 450$	$-0{,}10_2$	$-0{,}08_8$	0

La raie la plus intense du doublet est la plus sensible. Elle subit une diminution de longueur d'onde atteignant 1/10 d'angströms dès que le courant est de 3 à 400 ampères. La pente de la courbe représentative des diminutions de λ précédentes diminue à mesure que l'intensité augmente. L'effet de pôle n'est donc pas, dans ce cas, proportionnel au courant. Aux fortes intensités, la dissymétrie des raies 5218 et 5153 s'accentue en même temps, alors que la raie 5105 ne subit aucun élargissement sensible du côté du violet, ni aucun déplacement.

A l'anode, il est difficile d'obtenir des enregistrements correspondant à une région déterminée de l'arc. Cependant quelques clichés montrent un déplacement des raies précédentes vers le rouge. La plus intense 5218 est la moins sensible contrairement à ce qui a lieu à la cathode. A cette électrode, la raie 5105 subit également un déplacement comme l'indiquent les mesures suivantes :

	5218.	5153.	5105.
$180 < i < 220$..........	$+0{,}05_4$	$+0{,}08_8$	$+0{,}06_3$
$350 < i < 450$..........	$+0{,}06_3$	$+0{,}09_0$	$+0{,}08_1$

Ces mesures comportent de légères erreurs provenant d'une part du phé-

nomène de renversement et d'autre part de la difficulté du pointé. En effet, le renversement d'une raie d'émission se traduit, sur la plaque, par l'enregistrement de deux maxima qui diffèrent, en général, en largeur et en intensité. On peut donc être porté à évaluer une longueur d'onde légèrement différente de celle qui serait mesurée entre deux maxima identiques. Quant à la difficulté du pointé, elle résulte du fait que l'on a à définir la position de la raie déplacée non seulement par rapport aux deux maxima, mais aussi par rapport à la raie fine d'émission (obtenue avec 6 ampères) qui sert de repère pour tous les clichés.

Cependant les grandeurs relatives précédentes restent certaines et montrent que ces déplacements, résultant d'un effet complexe, dépendent, entre autre, des nombres quantiques azimutaux et internes.

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Sur la possibilité d'un effet Compton en Optique.* Note de M. **F. Wolfers**, présentée par M. A. Cotton.

Dès la découverte de l'effet Compton, l'on a discuté les possibilités d'existence de cet effet dans le domaine de la lumière visible. Ainsi l'existence des franges de Lloyd (un seul miroir) est incompatible avec l'effet Compton [1], un changement de longueur d'onde de 10^{-4} Å serait aisément manifesté par l'observation de ces franges. Mais d'autres expériences d'interférences, comportant des changements de direction plus importants (ondes stationnaires, franges de Wiener) ou plus nombreux (réflexions multiples), nous semblent devoir suggérer que l'effet Compton en Optique est, non pas seulement très faible, mais rigoureusement nul dans les conditions de ces expériences. Or, si l'on part de l'idée des photons, cela paraît difficile à admettre : pour expliquer l'absence d'un effet appréciable on a proposé divers arguments bien connus, conduisant à un effet infime, mais pas tout à fait nul. Pourtant, considérons l'état des choses à la surface de séparation de deux milieux, par exemple sur un miroir métallique : il semble impossible d'admettre qu'il n'y ait pas là des électrons libres et des ions également libres. De même on sait que des couches monomoléculaires d'huile sur l'eau se comportent à certains égards comme des sortes de gaz à deux dimensions. Nous admettrons donc que les ions et électrons qui forment la couche de transition, sont plus ou moins libres de se mouvoir

---

[1] Wawilow, *Physik. Zts.*, 26, 1925, p. 436.

sur la surface; par contre le champ de la couche double doit s'opposer aux mouvements normaux à la surface. Un effet du genre de celui de Compton doit donc pouvoir se produire.

Or il est peut-être intéressant de remarquer (et c'est là le but de la présente Note) que, s'il se produit un changement de fréquence lorsqu'un rayon lumineux change de direction à la surface de séparation de deux milieux, en fait cet effet doit être rigoureusement nul lorsqu'il y a réflexion ou réfraction suivant les lois de Descartes.

En effet, soit un rayon faisant avec une surface un angle d'incidence i, se réfléchissant suivant l'angle i' ou se réfractant suivant un angle r. Soit en particulier un quantum incident $h\nu$ qui se trouve dévié par une particule de masse m; celle-ci pourra prendre une vitesse v, dirigée, dans le plan d'incidence, *tangentiellement à la surface*. Soient $h\nu'$ le quantum réfléchi ou réfracté, V sa vitesse dans le deuxième milieu et n l'indice de réfraction. En écrivant qu'il y a conservation de l'énergie et conservation de la quantité de mouvement suivant la surface, on a pour la réflexion :

$$h\nu = h\nu' + \frac{1}{2} m v^2,$$

$$\frac{h\nu}{c} \sin i = \frac{h\nu'}{c} \sin i' + m v;$$

et pour la réfraction :

$$h\nu = h\nu' + \frac{1}{2} m v^2,$$

$$\frac{h\nu}{c} \sin i = \frac{h\nu'}{V} \sin r + m v = \frac{h\nu'}{c} n \sin r + m v.$$

D'où l'on tire pour le changement de fréquence $\Delta\nu$ (¹) :

Pour la réflexion,

$$\Delta\nu = \frac{h\nu^2}{2mc^2} (\sin i - \sin i')^2 \qquad (i' < i);$$

Pour la réfraction,

$$\Delta\nu = \frac{h\nu}{2mc^2} (\sin i - n \sin r)^2 \qquad (n \sin r \leq \sin i).$$

Donc $\Delta\nu = 0$ pour $i = i'$ (réflexion régulière), ou $\sin i = n \sin i'$ (réfrac-

(¹) Dans l'effet Compton classique, on aurait

$$\Delta\nu = \frac{h\nu^2}{mc^2} (1 - \cos\theta),$$

avec $\theta = \pi - (i + i')$, ou respectivement $\theta = i - r$.

tion régulière). Dans ce calcul on a négligé $\Delta\nu$ devant ν; mais on voit immédiatement que si $i = i'$, ou respectivement si $\sin i = n \sin i'$, on a rigoureusement $\Delta\nu = 0$, et réciproquement.

On peut donc donner aux lois fondamentales de l'optique géométrique l'expression suivante, dans un langage purement quantique : les trajectoires des photons se réfléchissent ou se réfractent à la surface de séparation de deux milieux, de telle sorte que la fréquence des photons reste invariable. Toute difficulté due à l'effet Compton dans les phénomènes d'interférence serait ainsi supprimée.

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *Sur l'interprétation des expériences de Pogány : influence de l'épaisseur.* Note de M. **Marcel Cau**, présentée par M. A. Cotton.

Dans une Note récente [1] j'ai indiqué comment on peut expliquer un effet magnéto-optique observé par Pogány : l'augmentation de l'effet Faraday d'une couche mince de fer lorsqu'on la recouvre d'une couche mince d'un métal non ferromagnétique tel que le platine.

J'ai déjà montré que la variation avec l'épaisseur du fer, pour une épaisseur constante du platine, de la rotation supplémentaire calculée est en bon accord avec l'expérience. Pour que l'explication soit satisfaisante, il fallait retrouver aussi les autres résultats expérimentaux.

Variation de l'effet avec l'épaisseur du platine : Premier cas. — La couche de fer Fe_1 d'épaisseur constante ζ_1 est recouverte partiellement d'une couche de platine d'épaisseur variable ζ_2 : il en résulte une variation ρ_2 de la rotation et une variation ε_2 de l'ellipticité.

On les calcule, suivant le procédé indiqué précédemment, à partir du facteur complexe relatif g_1 que l'on obtient en divisant le facteur de transmission de la lame platinée par le facteur de la couche non platinée :

$$g_1 = (1 - a_1)x_2 \cdot \frac{1 + a_2}{1 - a} \cdot \frac{1 - aa'x_1^2}{1 + a'a_2x_1^2 - a_1x_2^2(a_2 + a'x_1^2)},$$

où x_1, x_2 sont les facteurs internes dans le fer et le platine; a_1, a_2 les facteurs de réflexion platine-air, platine-fer; a, a' les facteurs de réflexion fer-air et fer-verre.

---

[1] *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1807.

Adoptant les paramètres déjà utilisés antérieurement et posant $\zeta_1 = 20^{m\mu}$, on trouve les valeurs suivantes, en minutes sexagésimales :

ζ_2	0.	10.	20.	30.	40.	50.	100.
ρ_2	0	3,05	5,25	6,65	7,35	7,6	7,7
ε_2	0	− 8,6	−12,0	−12,9	−13,0	−12,9	− 12,8

On retrouve bien l'allure des variations expérimentales, sauf la diminution de ρ_2 observée parfois pour les grandes épaisseurs, qui est peut-être due à des causes accessoires. Les valeurs mesurées par Pogány sont souvent plus grandes, mais cela est naturel d'après les remarques faites dans ma précédente Note.

Remarque. — Les premières mesures de l'effet Faraday dans le fer ont porté sur des couches électrolytiques déposées sur verre platiné (Kundt, Lobach). On voit que si la couche de platine n'est pas très mince, sa présence doit modifier la rotation magnétique et il peut en résulter des erreurs très sensibles.

Deuxième cas. — Sur une première couche de fer Fe_1 d'épaisseur ζ_1 on dépose une couche de platine Pt d'épaisseur ζ_2 variable, puis une nouvelle couche de fer Fe_2 d'épaisseur ζ_3. L'effet mesuré ρ_3 est la différence entre les rotations dans la lame triple ($Fe_1 + Pt + Fe_2$) et dans le fer seul ($Fe_1 + Fe_2$) : il doit être accompagné d'une ellipticité ε_3.

Si les réflexions intérieures étaient négligeables, ρ_3 se réduirait à $\tau_2 + \tau'_2 = 2', 13$ et ε_3 à $\omega_2 + \omega'_2 = -2', 15$; ils seraient petits (¹) et constants. Ce cas serait approximativement réalisé si les trois couches superposées étaient *séparément* assez épaisses : la lame complexe serait alors pratiquement opaque. En fait les réflexions multiples ne sont pas négligeables.

Le calcul exact s'effectue à partir d'un facteur complexe relatif :

$$g_2 = (1 - a_2)(1 + a_2)x_2 \frac{1 - aa'(x_1 x_3)^2}{(1 + aa_2 x_3^2)(1 + a_2 a' x_1^2) - x_2^2(a_2 + ax_3^2)(a_2 + a'x_1^2)},$$

où x_1, x_2, x_3 sont les facteurs internes de transmission des trois couches.

En supposant $\zeta_1 = \zeta_3 = 20^{m\mu}$, on obtient les valeurs suivantes, en minutes :

ζ_2	0.	10.	20.	30.	40.	50.	100.
ρ_3	0	5,6	8,25	9,2	9,5	9,6	9,45
ε_3	0	−2,25	−2,3	−1,85	−1,55	−1,35	−1,25

(¹) Ils diminueraient si les paramètres optiques des deux métaux étaient moins différents et s'annuleraient si les indices de réfraction étaient égaux, ainsi que les indices d'absorption.

La rotation est plus grande que dans le premier cas, ce qui est conforme aux observations de Pogány. Elle diminue légèrement pour les grandes épaisseurs; d'après les résultats publiés par Pogány dans son premier Mémoire, la diminution serait plus marquée et commencerait pour des épaisseurs plus petites; mais il semble, d'après l'auteur, que les couches n'étaient pas d'épaisseur uniforme et, malheureusement, le second Mémoire ne contient pas de résultats détaillés relatifs au platine.

Malgré cette petite discordance probablement apparente, il semble bien que les effets puissent s'expliquer comme je l'ai indiqué, sans introduire d'hypothèses nouvelles.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le spectre magnétique des rayons β émis par le* Th C + C′ + C″. Note de **M. S. V. Sze**, présentée par M. Jean Perrin.

Divers auteurs [1] ont proposé des théories sur la liaison numérique entre les différences énergétiques des composantes d'un spectre des rayons α émis par un corps radioactif et l'énergie des groupes de rayons γ. En ce qui concerne le dépôt actif de thorium, les différences énergétiques, des groupes de rayons α d'après les récentes déterminations de Rosenblum et Valladares [2], et les énergies des groupes de rayons γ sont en bon accord. Or d'après Black [3], ces rayons γ sont convertis en rayons β dans Th D (numéro atomique 82), c'est-à-dire après la désintégration β de Th C″. Ce qui n'est pas facile à concevoir au point de vue de la théorie de Gamow.

Il était désirable de redéterminer l'énergie des rayons β de ces corps avec le plus grand soin afin de discerner l'origine exacte des rayons γ correspondants.

Nous avons étudié le spectre β de Th C + C′ + C″ à l'aide du même dispositif expérimental et de la même méthode pour l'étude du spectre de Th B + C, seulement avec des temps de pose beaucoup plus longs. Les sources utilisées étaient équivalentes en rayons γ à environ 7^{mg} Ra (mesurée au travers de 1^{cm} Pb).

---

(1) Feather, *Phys. Rev.*, 34, 1929, p. 1558-1595; Gamow, *Constitution of atomic nuclei and radioactivity*, 1931; Thibaud, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 656.

(2) Rosenblum et Valladares, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 967.

(3) Black, *Proc. Roy. Soc.*, A, 109, 1926, p. 166.

Les raies du spectre sont déterminées relativement à la raie la plus intense de Th B de HR 1398, déterminée par Black (¹). Les intensités sont estimées visuellement (t. i., très intense; i., intense; m. i., moyennement intense; m. f., moyennement faible; f., faible). Nos résultats expérimentaux sont donnés dans le tableau I :

Tableau I.

Intensité.	HR.	Énergie × 10⁻⁵ eV.	Intensité.	HR.	Énergie × 10⁻⁵ eV.
m. i.	10340	26,36	f.	2310	3,510
t. i.	10100	25,64	f. (*)	2274	3,420
f. (*)	6714	15,69	f. (*)	2124	3,066
f. (*)	6275	14,41	f. (*)	2161	3,154
f. (*)	6185	14,15	m. f.	1980	2,734
f. (*)	4600	9,620	m. i.	1935	2,631
f.	4337	8,883	m. f.	1850	2,450
f. (*)	4162	8,395	m. f.	1822	2,380
f.	4006	7,960	m. f.	1713	2,144
m. i.	3900	7,671	i.	1664	2,041
f. (*)	3670	7,041	f.	1621	1,950
m. f.	3617	6,897	t. i.	1605	1,918
f.	3559	6,739	m. f.	1503	1,711
m. i.	3403	6,318	m. i.	1479	1,663
f. (*)	3200	5,776	f.	1374	1,460
m. i.	3153	5,652	f.	1278	1,283
f.	3039	5,353	m. i.	1249	1,231
m. f.	2928	5,063	f. (*)	1213	1,167
m. f. (*)	2891	4,968	m. f.	1152	1,063
t. i.	2888	4,960	f.	1060	0,912
f. (*)	2858	4,880	m. i.	690,0	0,4037
f. (*)	2731	4,556	i.	683,2	0,3973
t. i.	2612	4,254	f.	659,2	0,3708
f. (*)	2566	4,138	t. i.	657,0	0,3686
f. (*)	2547	4,091	f.	659,0	0,2787
f.	2483	3,936	i.	548,2	0,2592
f. (*)	2444	3,837	m. i.	542,5	0,2539
f. (*)	2380	3,681	t. i.	541,5	0,2530

(*) Ce sont les raies nouvelles.

Nous avons pu déceler l'existence de groupes de rayons β de faible intensité, non encore signalés, notamment les trois groupes de HR 6714, 6275

(¹) Sze, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 874.

et 6185. Nous avons pu également confirmer l'existence du doublet de la raie HR 541, découvert par Rosenblum et Valladares [1].

Une partie des groupes de rayons β rapportés dans le tableau I doit être interprétée comme due aux rayons γ convertis dans l'atome ThC″ (numéro atomique 81), avec une meilleure concordance entre les sommes de l'énergie des rayons β et celle des niveaux exnucléaires. Cette interprétation est donnée dans le tableau II.

Tableau II.

Intensité.	Énergie des rayons β $\times 10^{-5}$ eV.	Énergie des niveaux $\times 10^{-5}$ eV.	Énergie des rayons γ $\times 10^{-5}$ eV.	Origine des rayons β.
t. i.	0,2530	0,153	0,406	L_1
i.	0,2590	0,147	0,4062	L_2
f.	0,2787	0,126	0,4047	L_3
t. i.	0,3696	0,037	0,4056	M
i.	0,3973	0,005	0,4063	N
m. i.	0,4037	0,001	0,4047	O
i.	2,041	0,852	2,893	K
m. f.	2,734	0,153	2,877	L_1
m. f.	2,450	0,852	3,302	K
f.	3,154	0,153	3,3,7	L_1
t. i.	4,960	0,852	5,812	K
m. i.	5,653	0,153	5,805	L_1

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Quelques expériences sur les rayonnements excités par les rayons α dans les corps légers.* Note de Mme **Irène Curie**, MM. **F. Joliot** et **P. Savel**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous allons exposer ici le résultat de quelques expériences effectuées par la méthode d'ionisation sur le rayonnement excité par les rayons α dans le glucinium et dans le lithium.

Parcours maximum des rayons H *projetés par les neutrons excités dans le glucinium émis vers l'avant ou vers l'arrière par rapport à la direction des rayons α incidents.* — Avec les neutrons émis vers l'avant et traversant de la paraffine, on observe un groupe de rayons H de parcours maximum 43 mg/cm² d'Al, ce qui correspond à 28cm d'air (en admettant que

(1) Rosenblum et Valladares, *loc. cit.*

1 mg/cm² Al est équivalent à $0^{cm},65$ d'air), ce qui correspond à la valeur que nous avons indiquée tout d'abord. Nous avons observé, de plus, une queue de rayonnement qui produit un courant d'ionisation 4 fois plus faible que le rayonnement H total, et qui ne s'absorbe complètement que dans 110 mg/cm² d'Al. Ce rayonnement n'existe pas si la paraffine est remplacée par du carbone et s'absorbe moins dans Ag que dans Al à masse superficielle égale. Il est donc probable qu'il s'agit de rayons H, de parcours maximum environ 70^{cm}.

Avec les neutrons émis vers l'arrière (angle de 120° à 180° avec les rayons α producteurs), le parcours des rayons H était de 35 mg/cm² Al, soit 23^{cm} d'air.

Les deux groupes de rayons H indiquent l'existence de deux groupes de neutrons (chaque groupe pouvant être hétérogène), de vitesse maximum $3,84 \times 10^9$ et $2,94 \times 10^9$ cm/sec d'énergie maximum $7,8 \times 10^6$ et $4,52 \times 10^6$ eV. On pourrait interpréter le groupe le plus rapide comme résultant de la réaction $Be_9 + \alpha = C_{12} + n\nearrow$ et le second groupe comme produit suivant la formule $Be_9 + \alpha = C_{12} + n\nearrow + \gamma$, puisqu'on a observé des rayons secondaires correspondant à des rayons γ d'énergie quantique comprise entre 2 et $4,5 \times 10^6$ eV.

En admettant ce mode de réaction et en prenant la masse du neutron égale à 1,006 (avec He = 4) (¹) comme on peut le supposer d'après la transformation du bore $B_{11} + \alpha = N_{14} + n\nearrow$ (²), on calcule pour Be_9 la masse atomique 9,006 (He = 4). Ceci montre que l'énergie de liaison des particules α et du neutron constituant le noyau Be_9 est vraisemblablement très faible.

En ce qui concerne les neutrons émis vers l'arrière (angle de 180 à 120° avec les rayons α), on devrait prévoir deux groupes de parcours maximum 26 à 32^{cm} et 7 à 10^{cm} respectivement. Nous n'observons qu'un seul groupe de parcours maximum 23^{cm}, intermédiaire entre les valeurs ci-dessus. Il est possible que ceci tienne à la faible précision des expériences sur les neutrons émis vers l'arrière, le courant étant très faible par suite de la canalisation des rayons α.

Chadwick (³) observe pour les neutrons émis vers l'avant ou vers l'arrière (angle de 180°, 90° avec les rayons α), des rayons H de parcours maximum

(¹) Chadwick, *Proc. Roy. Soc.*, 136, 1932, p. 692.

(²) Irène Curie et F. Joliot, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1229.

(³) Chadwick, *loc. cit.*

40^{cm} et 22^{cm} respectivement, valeurs qui s'accordent bien entre elles. Toutefois le parcours de 40^{cm} nous paraît difficile à admettre d'après nos courbes d'absorption des protons.

Diffusion des neutrons excités dans le glucinium. — La source étant placée au-dessus de la chambre, nous avons observé une augmentation du courant d'ionisation quand on place au-dessus de la source 2^{cm} de plomb ou de laiton ; la chambre était recouverte de 2^{cm} de Pb qui doivent arrêter presque tout le rayonnement γ diffusé. On a placé sur la chambre un écran mince de paraffine et mesuré l'accroissement du courant d'ionisation. On peut voir ainsi que les neutrons rapides sont plus diffusés vers l'arrière sur le plomb que sur le cuivre (¹).

Rayonnement excité dans le lithium par les rayons α du polonium. — Nous avons pu voir : 1° que ce rayonnement est dissymétrique. Son intensité et sa pénétration sont un peu plus grandes pour le rayonnement émis vers l'avant par rapport à la direction des rayons α incidents; 2° on a mesuré le rapport R de l'ionisation produite par le rayonnement excité dans Li et le rayonnement γ de Po, la chambre étant remplie d'hydrogène, d'azote ou d'argon. On a avec H^2, $R = 0.55$; avec N^2, $R = 0,31$; avec A, $R = 0,25$ pour le rayonnement émis vers l'avant; 3° le rayonnement excité dans Li est presque complètement absorbé dans un écran de paraffine de $1\ g/cm^2$, tandis qu'il faut plus de $4\ g/cm^2$ de plomb pour produire la même absorption.

Ces résultats montrent très nettement que le rayonnement de Po + Li présente des caractéristiques d'absorption qui le distingue des radiations γ de pénétrations analogues dans le plomb. Ces expériences indiquent (indépendamment des lois de choc) l'existence d'un rayonnement nouveau très probablement des neutrons.

Nous n'avons pu mettre directement en évidence les protons projetés quand le rayonnement traverse des corps hydrogénés, sans doute parce que les rayons H sont trop courts. Le rayonnement excité par les rayons α du polonium est donc certainement en grande partie constitué par des neutrons de faible vitesse et de faible pénétration (ils sont complètement absorbés dans 5^{mm} de Pb).

M. de Broglie et Leprince-Ringuet (²) ont montré que le lithium excité

(¹) Quelques observations sur la diffusion des neutrons ont été faites par M. de Broglie et Leprince-Ringuet.

(²) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1616.

par les rayons α du dépôt actif du radium émet des neutrons qui peuvent traverser plusieurs centimètres de plomb. La pénétration des neutrons augmente donc rapidement avec l'énergie des rayons α incidents.

On peut essayer d'établir la formule de réaction nucléaire qui correspond à cette transformation. La transformation de Li^6 en Be^9 suivant la formule $Li^6 + \alpha +$ électron $= Be^9 + n\nearrow$ permet de prévoir la production de neutrons de faible énergie. La réaction $Li^7 + \alpha = B^{10} + n\nearrow$ pourrait s'appliquer à condition d'admettre pour le neutron une masse un peu plus faible que la valeur calculée précédemment, et pour Li^7, une masse un peu plus grande que celle qui est donnée dans les tables, tout ceci dans les limites d'erreurs admises.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Émission possible de demi-hélions lors de certaines radioactivités provoquées.* Note de M. **Francis Perrin**, présentée par M. Jean Perrin.

J'ai montré, dans une Note sur la constitution des noyaux atomiques légers [1], que les formules obtenues en admettant les protons et électrons nucléaires unis pour former d'abord le plus grand nombre possible d'hélions α (masse 4, charge 2) puis de neutrons ω (masse 1, charge 0) suggèrent l'existence d'un autre constituant intermédiaire le *demi-hélion* η (masse 2, charge 1), résultant de l'union d'un proton et d'un neutron. Il semble en effet qu'un proton ne puisse être retenu dans un noyau que par des forces le liant à un neutron, et non aux hélions, car aucun noyau connu ne contient de proton libre sans contenir au moins un neutron.

Notamment dans le noyau de l'atome d'azote $N^{14}(\alpha_3\omega\pi)$ il est probable que le proton π est lié au neutron ω, et j'avais indiqué que peut-être dans les transmutations provoquées par bombardement des atomes d'azote avec des particules α, les particules ionisantes émises sont des demi-hélions et non des protons [2]. La transmutation, avec capture de la particule α, conduirait alors à un atome normal d'oxygène O^{16}, tandis que l'émission d'un proton aboutit à la formation d'un atome O^{17}.

(1) F. Perrin, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1343.

(2) La possibilité d'émission de demi-hélions lors de transmutations provoquées a été considérée depuis par N. Feather (*Pr. Roy. Soc.*, A, 136, 1932, p. 709) pour l'azote bombardé par des neutrons.

Une comparaison entre les résultats obtenus dans l'étude de cette transmutation par la mesure des parcours des particules émises (scintillations, compteur électrique), et par photographie, au moyen d'un appareil Wilson, des trajectoires fourchues correspondantes, permet de trancher entre ces deux hypothèses.

Les mesures de parcours ont mis en évidence pour l'azote un seul groupe de particules projetées (1); elles s'interprètent dans l'hypothèse de protons projetés en admettant, lors de la transmutation, une *absorption* d'énergie de $1,35.10^6$ eV (électron-volt).

Les photographies de fourches de transmutation sont peu nombreuses. Dans son dernier travail de révision Blackett n'en retient que neuf pouvant être bien mesurées (2). En admettant la conservation de l'impulsion, la grandeur des angles de la fourche donne directement les impulsions de la particule projetée et du noyau formé. On peut d'autre part mesurer le parcours de ce noyau, mais en général on ne connaît pas celui de la particule projetée qui sort de l'appareil. Blackett a montré que dans l'hypothèse d'un proton projeté, huit fourches, sur les neuf retenues, s'interprètent de façon satisfaisante, et conduisent, avec des écarts admissibles d'après l'erreur probable des mesures, à une absorption d'énergie lors de la transmutation de $1,27.10^6$ eV, en accord avec la valeur déduite des mesures de parcours. Mais une des fourches (nº 2 de Blackett), quoique techniquement aussi bonne, conduit toujours dans l'hypothèse d'un proton projeté, à un *dégagement* d'énergie de $0,94.10^6$ eV ; un tel écart qui vaut cinq fois l'erreur probable ne peut être dû aux erreurs de mesures. En admettant ce dégagement d'énergie on peut calculer que les protons correspondants auraient un parcours maximum vers l'avant de 45^{cm} pour des particules α incidentes de polonium; or les mesures au compteur électrique n'indiquent dans ce cas aucune particule projetée d'un parcours supérieur à $17^{cm},5$. Blackett signale cette difficulté sans en donner d'interprétation.

Si l'on suppose au contraire que la particule projetée dans cette fourche anormale est un demi-hélion, on trouve, en suivant la méthode de calcul de Blackett (et admettant qu'un demi-hélion a un parcours double de celui d'un proton de même vitesse) que la transmutation correspondante doit se faire avec une *absorption* d'énergie de $2,43.10^6$ eV, et que le parcours du

---

(1) J. Chadwick, J. Constable, E. Pollard, *Proc. Roy. Soc.*, A, **130**, 1931, p. 463.
(2) P. M. S. Blackett, D. S. Lees, *Proc. Roy. Soc.*, A, **136**, 1932, p. 325.

demi-hélion projeté doit être 10cm,5. Pour des particules α incidentes de polonium, le parcours maximum vers l'avant de demi-hélions émis avec cette absorption d'énergie serait 7cm,2; il est très possible qu'un groupe de particules de ce parcours, ayant une intensité de l'ordre du dixième de celle du groupe principal, existe, les mesures n'ayant pas été faites pour des parcours inférieurs à 10cm.

Admettant que la fourche anormale n° 2 correspond à l'émission d'un demi-hélion, on peut, d'après le bilan de masse de la transmutation, calculer le poids atomique inconnu de l'isotope de l'hydrogène H^2 dont les atomes ont pour noyaux des demi-hélions. Ce bilan s'écrit

$$N^{14} + He^4 = O^{16} + H^2 - \frac{1}{c^2} Q,$$

Q étant l'énergie absorbée par atome-gramme transformé. D'après les valeurs connues des poids atomiques N^{14}, He^4, O^{16} et la grandeur de l'énergie absorbée qui résulte de l'étude de la fourche n° 2 de Blackett, on trouve (dans le système $He^4 = 4,000$)

$$H^2 = 2,0115 \pm 0,0005.$$

Cette valeur est satisfaisante du point de vue des conditions de stabilité interne. Elle est en effet inférieure à $2H^1 = 2,0144$ et à $H^1 + \Omega^1 = 2,0133$ ($\Omega^1 = 1,0061$ étant le poids atomique des neutrons d'après J. Chadwick), ce qui indique que le demi-hélion peut se former avec dégagement d'énergie à partir de deux protons et d'un électron ($+ 2,7.10^6$ eV) ou à partir d'un proton et d'un neutron ($+ 1,65.10^6$ eV). Elle est d'autre part supérieure à la différence $Li^6 - He^4 = 2,008$, ce qui est nécessaire pour que l'atome Li^6 soit stable.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction du permanganate par le sulfate de manganèse*. Note de M. **Pierre Dubois**, transmise par M. G. Urbain.

On a décrit environ 150 oxydes, de formules comprises entre $MnO^{1,2}$ et MnO^2, obtenus par des méthodes variées d'oxydation ou de réduction des sels de manganèse.

De nombreux auteurs indiquent combien il est difficile de préparer du

bioxyde pur [1] et certains expliquent cette anomalie par l'adsorption de manganèse bivalent sur le bioxyde [2].

Je montrerai, dans cette Note, que la réaction théorique de Gorgeu :

$$2\,MnO^4K + 3\,SO^4Mn + 2\,H^2O = 5\,MnO^2 + SO^4K^2 + 2\,SO^4H^2$$

ne donne pas seulement MnO^2 ou Mn^6O^{11} [3], en variant les conditions opératoires, mais aussi des pseudo-bioxydes pour lesquels le déficit en oxygène peut être considérable.

Préparation et analyse des oxydes. — La réduction du permanganate (environ 50^{cm^3} de solution 0,5 *n*) par l'acide oxalique :

$$2\,MnO^4K + 5\,C^2O^4H^2 + 3\,SO^4H^2 + 2\,H^2O = SO^4K^2 + 2\,SO^4Mn + 10\,CO^2 + 10\,H^2O$$

donne le sulfate manganeux et du sulfate de potassium qui n'intervient pas dans la réaction de Gorgeu. On obtient le pH choisi pour l'expérience, par addition de carbonate de potassium et départ, à chaud, du gaz carbonique.

D'après les relations ci-dessus, il faudrait verser, dans la solution manganeuse, une quantité de permanganate égale aux deux tiers de celle réduite par l'acide oxalique pour précipiter complètement le manganèse sous forme de bioxyde. Les oxydes obtenus par précipitation totale ou partielle ont été agités 15 minutes en présence de leur solution mère. Après lavage, l'oxygène a été dosé par l'acide oxalique et le manganèse par potentiométrie [4]. Ainsi deux liqueurs, titrées l'une par rapport à l'autre, acide oxalique et permanganate, suffisent à l'établissement des formules.

Influence de la concentration en SO^4Mn, *au cours de la précipitation, et oxydation des précipités par le permanganate.* — L'étude a été faite en milieu tamponné (sulfate-bisulfate de potassium), à pH = 2 environ, et à 60°, en versant dans le sulfate manganeux, pour la formation de chaque précipité, une partie de la quantité du permanganate nécessité par la réaction de Gorgeu. Sur la figure 1, l'abscisse 100 représente cette quantité et, dans le cas où l'on emploie environ 75 centièmes de celle-ci, le manganèse disparaît de la solution. La composition des oxydes est sensiblement constante pendant la précipitation et voisine de $MnO^{1.87}$, ce qui diffère assez notablement de Mn^6O^{11} ou $MnO^{1.83}$ [4]. D'autres auteurs ont d'ailleurs

(1) Gorgeu, *Bull. Soc. chim.*, 4, 1890, p. 16; M. Geloso et P. Dubois, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 296.

(2) Van Bemmelen, *Zeit. f. anorg. Chemie*, 23, 1900, p. 321; M. Geloso, *Thèse*, p. 27 (Masson, éditeur, 1926).

(3) Gorgeu, *Ann. phys. Chem.*, 3e série, 66, 1862, p. 153.

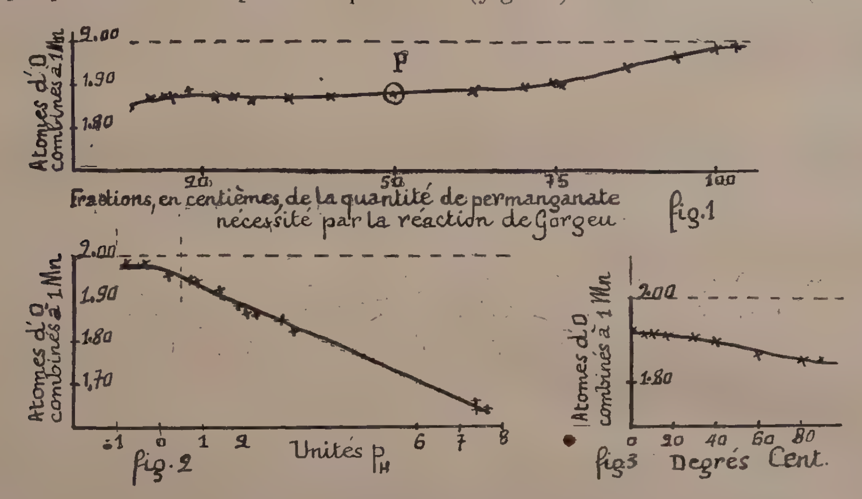
(4) Pierre Dubois, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1162.

obtenu, dans des conditions assez voisines, d'autres oxydes tels que

$$9MnO^2.MnO \quad \text{ou} \quad MnO^{1,96}\ (^1).$$

Le permanganate, ensuite ajouté, réagit sur le précipité dont la formule tend lentement vers MnO^2.

Influence du pH *au cours de la précipitation* (*fig.* 2). — Les oxydes ont été préparés comme pour le point P (*fig.* 1). Il restait donc du sulfate



manganeux en solution. J'ai utilisé les tampons : sulfate-bisulfate de potassium et borate de sodium-acide borique. La quantité d'oxygène, dosable par l'acide oxalique, n'est pas modifiée : par une quantité de tampon beaucoup plus grande que celle strictement nécessaire ou, aux pH voisins de 2, par la présence d'acide borique.

De pH = 0,5 à pH = — 1 (²), le permanganate ne réagit qu'incomplètement sur le sel manganeux. En outre, à ces pH, les oxydes sont attaqués par l'acide sulfurique qui donne une solution violet rouge ayant l'apparence de l'acide permanganique.

Enfin, à des pH plus bas que — 1, le permanganate ne donne plus de précipité et il se dégage lentement de l'oxygène.

Influence de la température. — Dans les conditions définies pour le point P, les variations de la température provoquent de petites variations de la composition (*fig.* 3). Des expériences sont en cours au sujet de l'interprétation de l'ensemble des résultats.

(¹) CHESNEAU, *Revue de Métallurgie*, 4, 1907, p. 97.

(²) Les forces électromotrices mesurées ont été encore traduites en pH, bien que le calcul ne soit rigoureusement valable que pour les solutions étendues.

CHIMIE MINÉRALE. — *L'aminosulfonamide ou sulfamide* $NH^2.SO^2.NH^2$. Note de MM. **M. Battegay** et **L. Denivelle**, présentée par M. Delépine.

Le principe général de la préparation des aminosulfonamides, qui a fait l'objet d'une Communication récente ([1]), nous a incités à l'appliquer également à l'obtention réputée délicate, du terme le plus simple, l'aminosulfonamide $NH^2.SO^2.NH^2$, qui est désigné généralement sous le nom de sulfamide.

Depuis la découverte de Regnault ([2]), qui l'a obtenu par l'action de l'ammoniac sur le chlorure de sulfuryle, ce corps a occupé de nombreux chercheurs ([3]), qui ont essayé d'éclaircir le mécanisme de la réaction et notamment d'en augmenter le rendement. Malgré toutes ces recherches, la préparation de la sulfamide continue d'être laborieuse. Ces recherches justifient l'observation faite, par Ephraïm et ses collaborateurs, lors de la description de leurs propres efforts, que la préparation de grandes quantités de sulfamide, en dépit de sa structure simple, compte ([4]) et demeure ([5]) parmi les problèmes difficiles.

Le principe que nous utilisons, tout en n'engageant théoriquement qu'un tiers du soufre pratiquement mis en œuvre, surmonte ces difficultés par la netteté des transformations et par la facilité de la séparation de l'aminosulfonamide. Il s'agit de faire réagir, en milieu benzénique anhydre, l'ammoniac sur les dérivés chlorosulfonylés de la formule générale $(RCO)^2N-SO^2Cl$ correspondant aux N-chlorosulfonylimides. Les dérivés des amides non substituées $(Cl.SO^2NH.CO.R.)$ qui, théoriquement, se prêteraient également à la réaction, ne peuvent convenir, conformément à une étude qui fera l'objet d'une Communication ultérieure.

Nous sommes partis de la phtalimide qui fournit la N-chlorosulfonylphtalimide, d'après la méthode décrite pour les amides ([6]); action de la phtalimide sodée sur du chlorure de sulfuryle. Six grammes de sodium

---

([1]) M. Battegay et J. Meybeck, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 186.

([2]) Regnault, *Ann. Ch. Ph.*, 69, 1838, p. 170.

([3]) Voir la littérature réunie par Ephraïm, Michel, *D. chem. Ges.*, 42, 1909, p. 3833; Traube, Reubkbe, *D. chem. Ges.*, 55, 1923, p. 1656.

([4]) Ephraïm, Gurewitsch, *D. chem. Ges.*, 43, 1910, p. 138.

([5]) Ephraïm, Lasocki, *D. chem. Ges.*, 44, 1911, p. 395.

([6]) M. Battegay, L. Denivelle et J. Meybeck, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1195.

finement divisé, sont introduits dans une solution de 40^g de phtalimide dans 500^{cm^3} de diméthylaniline. On chauffe le tout à une température voisine de 160° qui déclenche la réaction avec départ d'hydrogène et formation d'une bouillie du dérivé sodique. Lorsque tout dégagement gazeux cesse, le sodium ayant disparu, on laisse refroidir, filtre rapidement et lave au benzène jusqu'à élimination totale des dernières traces de diméthylaniline ([1]).

Le dérivé sodique ainsi obtenu est mis en suspension dans le benzène et introduit petit à petit, en agitant bien, dans une solution également benzénique de 30^{cm^3} de chlorure de sulfuryle dans 100^{cm^3} de ce solvant. Le tout est maintenu entre 0 et 5° pendant 6 heures. On filtre ensuite, épuise plusieurs fois le résidu au benzène à froid, réunit les différents filtrats et les concentre sous vide. On obtient ainsi le N-chlorosulfonylphtalimide qui, après recristallisation, se présente avec un rendement de 60 à 70 pour 100 de produit pur en cristaux blancs, inodores, fusibles à 160°.

Analyse : Subst., $0^g,3044$; SO^4Ba, $0^g,2886$, soit 13 pour 100 S; Subst., $0^g,300$, ClAg, $0^g,177$, soit 14,59 pour 100 Cl; Subst., $0^g,230$, temp. 21° sous 739^{mm}, $v = 11^{cm^3},9$ N^2, soit 5,85 pour 100 N. Calculé pour $C^8H^4O^4NSCl$: 13,034 pour 100 S, 14,46 pour 100 Cl, 5,7 pour 100 N.

Cette N-chlorosulfonylphtalimide, traitée en milieu benzénique anhydre, à froid, avec de l'ammoniac desséché, conduit à un précipité se déposant bien et qui, en nous reportant aux résultats de l'action de l'ammoniac sur les N-chlorosulfonylamides, devrait contenir, à côté de chlorure d'ammonium, de l'aminosulfonamide et de la phtalamide ou de la phtalimide. En réalité, ce précipité facilement soluble dans l'eau ne peut contenir ni phtalamide ni phtalimide, et d'autre part, ne cédant rien à l'acétate d'éthyle pur ([2]), il ne peut renfermer de l'aminosulfonamide.

La solution aqueuse du précipité débarrassé d'ammoniac n'est toutefois pas stable, elle est limpide et neutre au début, mais se trouble rapidement et précipite, au bout de peu de temps, la phtalimide prévue, en donnant un filtrat franchement acide qui, évaporé sous vide à 25°, mène à un résidu, d'où l'acétate d'éthyle retire, sans difficulté, l'aminosulfonamide attendue.

([1]) On peut également employer pour la préparation de la phtalimide sodique les modes de préparation décrits par GABRIEL, *D. Chem. Ges.*, **20**, 1887, p. 2226, par BLACHER, *D. Chem. Ges.*, **28**, 1895, p. 433, et par J. HOBECK, E. BRITTON, *Am. Chem. Soc.*, **41**, 1919, p. 841, qui risquent toutefois de provoquer une scission partielle de la phtalimide.

([2]) OTTO RUFF, *D. chem. Ges.*, **36**, 1903, p. 2901.

Nous devons conclure de ces faits que le précipité formé à froid, dans le benzène, constitue une première phase et qu'elle correspond à la phtalaminosulfonamide, soluble dans l'eau, où elle subit, dans une deuxième phase, une scission en phtalimide et trisulfimide, laquelle hydrolysée elle-même, donne naissance à de l'aminosulfonamide et aux acides aminosulfonique et sulfurique.

L'aminosulfonamide recueillie en cristaux ambrés fond à 92°, et le rendement correspond à 92 pour 100 de celui prévu par la théorie.

La décomposition de la phtalaminosulfonamide peut s'effectuer déjà dans le milieu benzénique à la condition d'opérer à l'ébullition. Dans ce cas, le précipité formé se dépose difficilement; il est gélatineux, adhère à la paroi du ballon et obture facilement le tube d'introduction d'ammoniac. Ce précipité n'est plus que partiellement soluble dans l'eau froide; il se compose de phtalimide, de chlorure d'ammonium et de trisulfimide.

L'hypothèse de la formation intermédiaire de phtalaminosulfonamide a pu être appuyée par la préparation de la phtalaminosulfonméthylanilide cristallisée, qui est stable et fond à 160°. En effet, celle-ci obtenue en substituant à l'ammoniac la monométhylaniline est dépourvue de l'atome d'hydrogène indispensable pour la formation de phtalimide.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *La thionylaniline comme réactif en chimie organique, son emploi pour la caractérisation des acides à l'état d'anilides.* Note de MM. **P. Carré** et **D. Libermann**, transmise par M. G. Urbain.

La thionylaniline, $C^6H^5N=SO$, s'obtient avec la plus grande facilité et avec un excellent rendement par l'action du chlorure de thionyle sur le chlorhydrate d'aniline en suspension dans le benzène [1].

Nous nous sommes proposé de rechercher si ce composé peut réagir de manière analogue à l'isocyanate de phényle : 1° sur les alcools, par addition, pour former des composés du type $C^6H^5NH.SO(OR)$; 2° sur les acides pour donner des anilides, suivant

$$R.COOH + C^6H^5N=SO = R.CO.NH.C^6H^5 + SO^2.$$

La seconde de ces prévisions seule s'est trouvée vérifiée.

Les alcools ne réagissent pas par addition avec la thionylaniline. Ils

[1] Michaelis et Herz, *Ber. deutsch. chem. Ges.*, 24, 1891, p. 746.

restent inaltérés ou bien sont déshydratés en carbures éthyléniques. C'est ainsi que la thionylaniline se dissout sans altération dans l'alcool absolu bouillant; que l'alcool *n*-butylique est déshydraté, à l'ébullition, par la thionylaniline pour donner du butylène, en majeure partie polymérisé, du gaz sulfureux et de l'aniline. Il ne se produit pas non plus de réaction, par addition, des alcools avec la thionylaniline en présence de la pyridine qui, dans certains cas, facilite l'action de l'isocyanate de phényle. Le phénol ne réagit pas sur la thionylaniline à 185°.

Les acides, chauffés avec la thionylaniline, peuvent réagir avec formation d'anilides correspondantes.

La réaction se produit à des températures variables et avec des facilités diverses selon la nature de l'acide.

Elle est aisément réalisée dans le cas des acides saturés de la série grasse. L'acide formique réagit dès la température ordinaire, avec échauffement, pour donner la formanilide; les acides acétique, *n*-butyrique, caprique, stéarique, phénylacétique, chauffés avec une proportion équimoléculaire de thionylaniline jusqu'à la température à laquelle commence le dégagement de gaz sulfureux (110 à 180° suivant l'acide), fournissent les anilides correspondantes.

Les acides aromatiques, comme l'acide benzoïque, les acides naphtoïques, réagissent aussi sur la thionylaniline, à chaud, mais il se forme dans ce cas très peu d'anilide correspondante; la réaction donne principalement des matières colorées (vert, bleu ou violet foncé) contenant du soufre.

La présence d'une liaison non saturée dans l'acide peut troubler la réaction. L'acide diméthylacrylique ne réagit pas sur la thionylaniline à 180-190°. L'acide cinnamique réagit de manière complexe avec dégagement de gaz sulfureux, d'hydrogène sulfuré, et production de résines dont nous n'avons pu séparer d'anilide. Si la liaison non saturée est assez éloignée de la fonction acide, l'anilide se forme régulièrement; ainsi, les acides undécylénique et oléique sont transformés en anilides dans les mêmes conditions que les acides saturés de la série grasse.

Les acides bibasiques réagissent également sur la thionylaniline avec production d'anilides. L'acide oxalique, chauffé avec deux molécules de thionylaniline, fournit la dianilide correspondante. L'acide malonique ne donne que des produits résineux incristallisables (il en est de même avec l'isocyanate de phényle). Les acides succinique, glutarique et sébacique donnent aussi les dianilides correspondantes. L'acide phtalique est transformé par la thionylaniline en anile phtalique $C^6H^4(CO)^2N.C^6H^5$.

La thionylaniline peut donc être utilisée pour caractériser la plupart des acides à l'état d'anilides. Le réactif n'est pas à conseiller pour les acides aromatiques dans lesquels le groupe acide est directement fixé sur le noyau, ni dans la série malonique, ni pour certains acides non saturés, spécialement lorsque la liaison non saturée se trouve au voisinage de la fonction acide.

CATALYSE. — *Sur la décomposition thermique de l'isopentane en présence de gel de silice.* Note de MM. **Mailhe** et **Creusot**, présentée par M. C. Matignon.

Nous avons montré dans une série de travaux antérieurs [1] que les carbures éthyléniques gazeux et liquides se transformaient à partir de 650° sous l'action de silicagel en un mélange de carbures éthyléniques liquides et de carbures aromatiques. Il était intéressant d'examiner comment se comportent les hydrocarbures forméniques en présence du même catalyseur.

W. J. Piotrowski et J. Winkler [2] ont décomposé au contact de silicagel le mélange naturel de propane et de butane purs (gaz naturels de Boryslaw). Dunstan, Hague et Wheeler [3] ont étudié l'action de la chaleur sur les carbures forméniques. Les uns et les autres ont obtenu des carbures éthyléniques et aromatiques. Tout récemment, Matignon, Kling et Florentin [4] ont étudié la formation des carbures éthyléniques à partir des carbures forméniques gazeux, au contact de certains catalyseurs.

Visant particulièrement la production d'hydrocarbures liquides, nous avons étudié la décomposition thermique de l'isopentane au contact du gel de silice, à la pression atmosphérique. Or l'action de la chaleur sur les chaînes hydrocarbonées conduit pour un même catalyseur à des résultats essentiellement différents (condensation, morcellement), selon les valeurs respectives de la température et de la durée d'action.

Nous avons donc opéré sur une échelle de température qui allait de 500° à 800° et pour des durées de chauffage variant de 50 à 7 secondes. Cette

---

(1) Mailhe et Renaudie, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 265 et 851; 192, 1931, p. 429 et 566.

(2) Piotrowski et J. Winkler, *Przemysl Chemiczny*, 14, février 1930, p. 49 et 83.

(3) Dunstan, Hague et Wheeler, *J. Soc. Chem. Ind.*, 60, T, août 1931, p. 313.

(4) Matignon, Kling et Florentin, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1040.

étude, dont nous donnerons ailleurs le détail, nous a montré qu'une bonne transformation en produits liquides moyens a lieu dans les conditions suivantes : température 680°, durée d'action 15 secondes. Les produits condensables ont été retenus par de la neige carbonique et du charbon actif.

A partir de 1000g d'isopentane :

$$E = 30\text{-}32°, \quad D_{15}^{15} = 0,628, \quad n_D^{15} = 1,3567,$$

nous avons obtenu 750 litres de gaz et 245g de liquide.

La composition du gaz est la suivante :

C^nH^{2n}	45,8 pour 100
H^2	11 »
C^nH^{2n+2}	39,3 »

Nous y avons caractérisé : l'éthylène, le propylène, le butadiène dans les carbures éthyléniques; quant aux carbures forméniques, ils brûlent en donnant un volume de CO^2 qui, rapporté au volume de carbures qui lui a donné naissance, est 1,2 fois celui-ci. Ces carbures contiennent donc du méthane en très forte proportion.

Le désessenciement libère, en plus de l'essence, des vapeurs difficilement condensables, dont la composition est la suivante :

C^nH^{2n}	68 pour 100
C^nH^{2n+2}	31,6 »

Les carbures forméniques brûlent en donnant un volume de CO^2 tel que le rapport de combustion est égal à 4,7, et les carbures éthyléniques ont un rapport de combustion égal à 3,4.

L'essence recueillie et le produit condensé par la neige carbonique, pèsent ensemble 245g. Leur fractionnement donne d'abord des vapeurs qui passent avant 20° (fraction 1 du tableau ci-après et ont la composition suivante :

	Pour 100.	Rapport de combustion.
C^nH^{2n}	96	4,3
C^nH^{2n+2}	4	4,4

Le fractionnement total de ce liquide donne ensuite :

N°.	Fractions.	Poids (gr).	Poids (%).	D_{15}^{15}.	Ind. d'I.	n_D^{15}.
1	< 20°	38g	15,5			
2	20– 30	15	6,1	0,644	123	1,3785
3	30– 40	28	11,4	0,652	137	1,3783
4	40– 50	15	6,1	0,645	138	1,3896
5	50– 60	3	1,2	0,674	133	1,4252
6	60– 75	9	3,6	0,680	127	1,4457
7	75– 90	32	13	0,861	46	1,4918
8	90–100	13,5	5,5	0,872	69	1,4981
9	100–110	8	3,2	0,872	51	1,4988
10	110–130	9	3,7	0,875	93	1,5027
11	130–150	9	3,7	0,883	144	1,5100
12	150–180	5,5	2,2	0,863	189	1,5241
13	180–200	3	1,2	0,982	168	1,5617
14	200–230	12	4,9	naphtal.		
15	230–280	4	1,6	1,006	76	1,5968
16	> 280	14	5,7			

On remarque dans ce tableau :

1° Le fort indice d'iode des fractions extrêmes, très riches en carbures éthyléniques;

2° La chute de cet indice pour les fractions moyennes, de 7 à 11, fractions pour lesquelles l'augmentation de n_D^{15} indique, ce que la nitration confirme, la présence du benzène, du toluène, du xylène. Les fractions 7 à 11 ne laissent aucun résidu ayant résisté à l'action du mélange nitrant.

La naphtaline a été isolée; la fraction 14 en est presque entièrement constituée. La fraction n° 16 est un brai gras.

Ces résultats montrent qu'à 680°, pour une durée de chauffage de 15 secondes, la décomposition de l'isopentane en présence de gel de silice donne, à côté d'une abondante production de gaz (75 pour 100), 25 pour 100 d'une essence extrêmement riche en carbures éthyléniques et aromatiques.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Teintes dues au pléochroïsme des cristaux et des sphérolites colorés artificiellement.* Note de M. **Paul Gaubert.**

Les cristaux en voie de formation peuvent être colorés par l'addition d'une matière colorante à l'eau mère ou à la substance fondue, cristallisant ensuite par refroidissement [1]. Mais ce n'est qu'exceptionnellement qu'il

[1] P. Gaubert, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 109.

se produit une véritable coloration due à la formation d'une solution solide.

Les cristaux colorés sont polychroïques (polychroïsme accidentel) et généralement la loi de Babinet s'applique. Les matières colorantes n'étant pas monochromatiques, le cristal traversé par la lumière rectilignement polarisée présente suivant les diverses directions des teintes complexes différentes, qu'il est souvent possible d'interpréter en se basant sur le fait suivant.

L'intensité du pléochroïsme accidentel dépend de la biréfringence du cristal coloré et aussi de la longueur d'onde; plus celle-ci est courte, plus le polychroïsme est énergique ([1]).

Par conséquent une lame cristalline parallèle au plan des axes optiques (le polychroïsme y est le plus fort), convenablement colorée avec une substance transparente surtout pour le rouge et bleu (couleurs violettes en général : violet hexaméthylé, violet de gentiane, etc.), pourra sous une certaine épaisseur, à cause de l'inégalité de l'intensité du polychroïsme des deux radiations, montrer avec la lumière polarisée rectilignement une teinte violette (mélange de bleu et de rouge) suivant la direction du plus grand indice n_g et une teinte rouge suivant n_p. Si le cristal était plus épais il serait violet dans les deux positions, mais plus foncé suivant n_g que suivant n_p; plus mince il serait tout à fait incolore suivant n_p.

On peut aussi dire que, dans les conditions indiquées ici, avec la lumière polarisée rectilignement, suivant la direction de propagation la plus faible de la lumière, la teinte contient une proportion plus grande de radiations à grande longueur d'onde que suivant les autres directions.

Avec des cristaux d'acide phtalique, d'oxalate d'urée, très biréfringents (de l'ordre de 0,3) et pouvant se présenter en belles lames parallèles au plan des axes optiques, il est facile de vérifier le fait avec un spectroscope oculaire permettant de comparer les teintes du cristal à celle de la matière colorante dissoute dans l'eau.

Les considérations qui précèdent permettent d'interpréter les teintes observées dans les minéraux polychroïques s'il s'agit de solutions solides. Elles expliquent aussi les couleurs différentes présentées parfois dans des cristaux montrant la division en secteurs (acide méconique).

Avec les cristaux obtenus par solidification d'une masse fondue, les résultats sont en général identiques à ceux fournis par les substances ayant

---

([1]) P. Gaubert, *Comptes rendus*, 149, 1909, p. 1004; P. Leroux, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 162.

cristallisé dans une eau mère colorée. Mais il n'en est pas de même avec certains sphérolites, du moins pour les couleurs violettes (violet hexaméthylé), et composées de bleu et de rouge. Il se produit, en effet, une sélectivité extraordinaire. Ainsi les sphérolites à enroulement hélicoïdal, colorés par le bleu hexaméthylé (2 à 4 pour 100), donnent en lumière naturelle, des anneaux alternativement bleus et rouge violacé. Les sphérolites d'hélénine (alantolactone) dans lesquels la rotation se fait autour de l'indice de réfraction moyen n_m, montrent le phénomène d'une manière remarquable. Les anneaux perpendiculaires à la bissectrice n_g sont d'un beau bleu et ceux perpendiculaires à n_p ou aux axes obliques d'un rouge plus ou moins violacé [1].

Les fibres des sphérolites des formes α et β de la vanilline, colorés par une matière colorante violacée et même bleue, mais contenant un peu de rouge, montrent avec la lumière polarisée rectilignement une teinte bleue suivant n_g et une teinte rouge violacée suivant n_p. L'absorption est plus grande ici suivant n_p. Il est probable qu'il faut attribuer cette anomalie au pseudopolychroïsme.

En effet, il y a une certaine absorption de la lumière produite par les fentes très étroites existant entre les fibres. Suivant leur largeur, ce sont les rayons de l'une ou de l'autre extrémité du spectre qui sont les plus absorbés (G. Quincke). Par l'addition convenable de matières étrangères incolores [2], modifiant la fibrosité, il se produit des sphérolites (propionate de cholestérine, cholestérine, etc.), dont les fibres ont une teinte rouge brun quand leur allongement est perpendiculaire à la section principale du nicol alors qu'elles sont incolores, parallèlement à ce dernier.

La teinte anormale des fibres de vanilline examinées en lumière polarisée rectilignement est par conséquent due à deux phénomènes, dont les effets se superposent, au pléochroïsme et au pseudopolychroïsme, par conséquent il n'est pas toujours possible de prévoir les teintes pouvant se produire avec une matière colorante donnée, alors que cela l'est avec les cristaux parfaits, dont les teintes sont seulement dues au polychroïsme.

---

[1] Le polychroisme de l'hélénine indique bien que son intensité est liée à la biréfringente. Celle-ci, qui est de 0,020 à la température ordinaire, diminue quand cette dernière s'élève (P. Gaubert, *Comptes rendus*, **175**, 1922, p. 973). La sélectivité des couleurs diminue graduellement dans le même sens. Les zones bleues deviennent violettes comme le reste de la préparation.

[2] P. Gaubert, *Bull. Soc. fr. de Min.*, **32**, 1909, p. 431.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur les déplacements périodiques des continents.* Note de M. N. **Stoyko**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Les données provenant des services horaires dans divers observatoires depuis 1920, et centralisées au Bureau international de l'heure à l'Observatoire de Paris, révèlent une variation périodique dans les longitudes de ces observatoires. Nous avons émis l'hypothèse (1) que ces variations ont leur source dans des déplacements périodiques des continents avec une période approximative de 11 ans, l'amplitude des déplacements variant entre $0^s,03$ et $0^s,06$ pour les stations étudiées.

Les derniers résultats de l'année 1931 pour l'observatoire de Washington (W) et pour ceux d'Europe (Eu), ainsi que les résultats de l'année 1930 pour l'observatoire de Tokyo (T), confirment cette hypothèse et permettent de calculer la période avec une précision plus grande qu'auparavant.

Nous avons représenté sur le graphique ci-après les variations observées des longitudes entre Washington (W) et les observatoires de l'Europe continentale (Leningrad, Neuchâtel, Paris, Potsdam, Poulkovo et Uccle) dans le sens W-Eu, entre Greenwich (G) et les mêmes observatoires d'Europe dans le sens G-Eu, entre les stations d'Europe orientale (R) et les stations de l'Europe occidentale (Neuchâtel, Paris et Ucele) dans le sens Eu_0-R et enfin entre les observatoires d'Europe continentale (Eu) et Tokyo (T) dans le sens Eu-T.

En partant des courbes de ce graphique, nous avons trouvé, pour la période des déplacements continentaux, les valeurs suivantes :

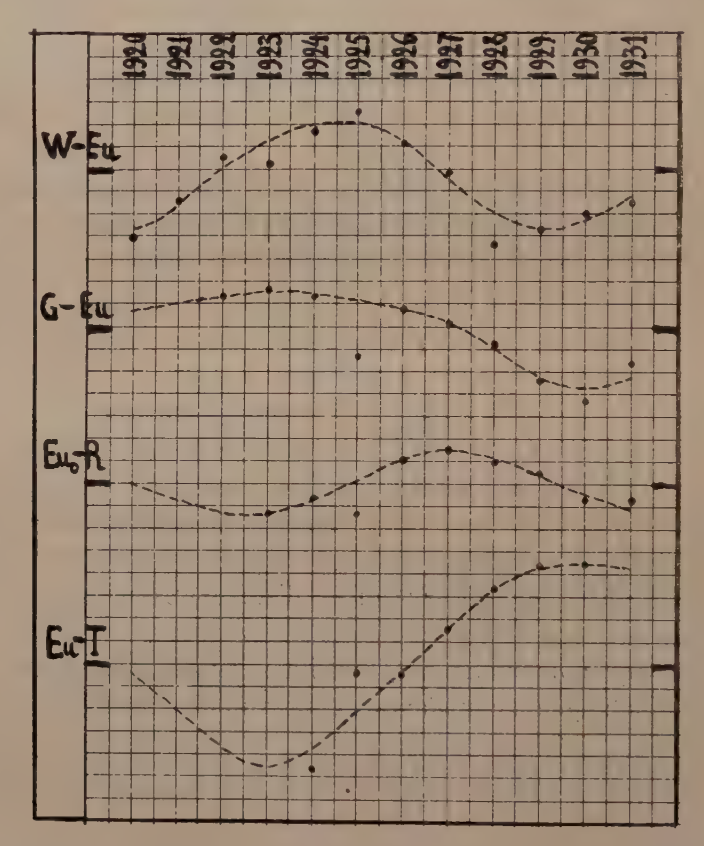
Stations.	Période.	Poids.
W-Eu	$9^3/_4$ années	2
G-Eu	14 »	1
Eu_0-R	10 »	1
Eu-T	14 »	1
Moyenne	11,5 »	5
Erreur probable	∓ 0,7	

Ainsi la période des déplacements des continents est de l'ordre de celle

(1) N. Stoyko, *Sur la mesure du temps et les problèmes qui s'y rattachent*, p. 109 (Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1931).

des taches solaires et l'on peut supposer en premier lieu que la relation entre ces deux périodes a existé auparavant.

En corrigeant de cette variation périodique supposée les anciennes longitudes (de 1866 à 1914) entre Washington et l'Europe, nous avons trouvé une amélioration des longitudes de l'ordre de 0s,017 qui correspond exactement à la variation moyenne des longitudes W-Eu de 1920 à 1931 due au déplacement des continents. Ces résultats semblent confirmer que la



période des déplacements continentaux ne doit pas s'écarter beaucoup de la période des taches solaires.

Deux causes, que nous avons déjà indiquées, pourraient expliquer ces variations périodiques des longitudes :

1° Des pulsations de la Terre, considérée comme un corps élastique;

2° Des contractions et des dilatations de la couche superficielle de la Terre, phénomènes qui auraient eux-mêmes leur source dans les frottements provoqués par le mouvement de cette couche autour d'un noyau central.

Remarques au sujet de la Note précédente, par M. Ernest Esclangon.

Les résultats indiqués dans la Note de M. Stoyko, d'une importance évidente, montrent que la véritable voie pour déceler les déplacements relatifs de l'écorce terrestre est la voie *astronomique*, car elle seule dispose de la précision nécessaire pour de telles vérifications.

Se basant sur des considérations *géologiques*, A. Wegener avait prévu un *éloignement* progressif du continent américain par rapport à l'Europe, à raison de *un* mètre par an.

Les nombreuses données accumulées depuis une dizaine d'années par le Service international de l'heure ayant son siège à l'Observatoire de Paris et dont la direction a été confiée à cet établissement, ont permis par l'étude des variations différentielles des longitudes, que permettent les comparaisons horaires, d'aborder le problème sous une forme positive et précise.

Il résulte du travail de M. Stoyko, que l'éloignement progressif et séculaire du continent américain serait insignifiant et pratiquement insensible; mais par contre, et c'est là un fait capital, se révèle un *déplacement périodique* dont l'amplitude au cours de la période, voisine de 11 ans, dépasserait 15 mètres. Dans l'intervalle de 1920 à 1925, les deux continents se sont *éloignés;* ils se sont *rapprochés* dans l'intervalle de 1925 à 1930. Des déplacements périodiques analogues ont été trouvés en ce qui concerne le Japon comparé au continent européen. Quant à la période obtenue de 11 ans, une confirmation s'impose évidemment, cela au moyen des données nouvelles qui pourront être réunies dans les années à venir.

Sa coïncidence avec la période undécennale de l'activité solaire est-elle fortuite ou doit-elle être considérée comme en liaison physique, soit avec elle, soit avec une cause étrangère commune? On ne saurait se prononcer avant de s'être assuré de la parfaite coïncidence des périodes en cause; ce qui exige leur comparaison sur un intervalle de temps s'étendant à plusieurs périodes au moins.

Une cause commune ne pourrait être cherchée, semble-t-il, que dans un effet combiné des attractions planétaires se traduisant par une période dérivée et secondaire, agissant à la fois sur la Terre et le Soleil. Une telle explication a été cherchée, en ce qui concerne les variations de l'activité solaire, mais, il faut l'avouer, jusqu'ici sans grand succès.

Le résultat obtenu par M. Stoyko repose sur des moyennes annuelles, ce qui élimine, à priori, les effets à courte période, mais il est clair que si

une des causes pouvant engendrer un déplacement relatif et apparent des continents devait tenir à une sorte d'effet de marées terrestres, il y aurait lieu de rechercher si les transmissions horaires ne sont pas susceptibles de déceler des déplacements partiels en rapport avec l'attraction luni-solaire.

Il n'en reste pas moins acquis que nous sommes, dans cette voie, au début d'une étude féconde et d'un haut intérêt, étude qu'aura permise l'institution d'un Service international de l'heure, par la centralisation des données et la possibilité qui en résulte de comparaisons accumulées, systématiques et prolongées.

Par cela même apparaît l'importance grandissante du Bureau international de l'heure. Indépendamment de l'heure scientifique et précise qu'il met à la disposition des astronomes et des géodésiens du monde entier, son existence ouvre la voie à des recherches entièrement nouvelles et d'un intérêt capital.

En raison de l'accroissement continu et en tous pays du nombre des stations astronomiques fixes, c'est à lui qu'il appartiendra notamment d'apporter la solution définitive du problème général des variations des longitudes, problème exigeant des masses de documents et de comparaisons horaires échelonnés dans le temps, centralisés et accumulés à loisir.

Pour citer un autre exemple, c'est ainsi également qu'ont pu être étudiées avec précision les vitesses de propagation des ondes de télégraphie sans fil et les divers problèmes qui s'y rattachent. M. Stoyko a mis en évidence sur ce point un phénomène assez singulier, à savoir que le temps mis par certaines ondes pour aller de Paris à Tokio diffère de celui pour venir de Tokio à Paris, comme si, le principe du retour inverse des rayons n'étant pas respecté, le chemin d'aller différait très notablement de celui du retour.

D'autres problèmes, déjà sommairement envisagés et étudiés, tels que celui de la dissymétrie de l'espace, pourront être à leur tour traités efficacement par l'étude des transmissions horaires, lorsque celles-ci, par leur accumulation et par les progrès constants des observations astronomiques horaires elles-mêmes, auront permis de faire la part nette des variations systématiques dues à d'autres causes.

Ainsi se révèle une importance nouvelle du Bureau international de l'heure qui apparaît comme un fécond et puissant moyen d'investigation scientifique dans des domaines très divers jusqu'ici inexplorés.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'action à distance des métaux sur les microbes.* Note de MM. **G. A. Nadson** et **C. A. Stern**, présentée par M. Molliard.

Dans notre Note précédente (*Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1597) nous avons décrit l'action à distance des métaux Al, Cu, Pb sur le développement des bactéries et des levures. Nous communiquons maintenant les résultats de nos expériences ultérieures exécutées dans les mêmes conditions et ayant pour objet l'influence exercée par d'autres métaux, soit par Mg, Ni, Ag, Au, Pt. La méthode restait la même : les métaux agissaient pendant 4 jours à une distance de 1^{mm} sur le *Bacterium prodigiosum* ensemencé dans des boîtes de Petri garnies de gélose. La quantité et la qualité des colonies développées servaient à indiquer l'action. Le nombre des colonies développées en dehors de l'action du métal étant représenté par 100 prend les valeurs suivantes pour une moyenne de 5 à 10 expériences, témoignant ainsi de l'action dépressive de ces métaux. Nous obtenons la rangée suivante qui comprend également les données des expériences antérieures :

	Témoin.	Mg.	Al.	Ni.	Cu.	Pt.	Pb.
Nombre de colonies..........	100	96,3	89,3	80,2	69,1	61,6	44,2
Numéros atomiques..........	–	12	13	28	29	78	82

Nous voyons ici que l'action des métaux est d'autant plus forte (c'est-à-dire le nombre des colonies développées est d'autant plus petit) que le numéro atomique du métal est plus élevé.

N'ayant pas à notre disposition, pour le moment, de plaques d'argent et d'or pur, nous avons fait nos expériences avec des monnaies en argent et en or; néanmoins les chiffres obtenus (moyenne de cinq essais) se rapprochent de près de ceux auxquels on pouvait s'attendre *a priori :* pour Ag, 67,1 pour 100; pour Au, 62,7 pour 100. Nous ne doutons pas que l'application de l'argent et de l'or purs ne fournisse des chiffres qui correspondent encore plus aux numéros atomiques de ces éléments, respectivement à la place que ceux-ci occupent dans la rangée ci-dessus. Nous passâmes ensuite à l'essai de l'action des sels de métaux, notamment de $CuSO^4 + 5H^2O$, PbO et Pb^3O^4. La méthode, au fond, était la même, mais au lieu de plaques de métal nous avons laissé pendant 4 jours à une distance de 3^{mm} de la culture de *B. prodigiosum* des boîtes en verre de $5^{cm},5$ de diamètre et 1^{cm} de profondeur remplies jusqu'aux bords de l'un

des sels sus-indiqués. Voici les chiffres obtenus (nombre de colonies développées; moyenne de trois essais) :

Témoin.	$CuSO^4$.	PbO.	Pb^3O^4.
100	86,5	65,8	77,5

Il est certain qu'il y a bien une influence, mais les chiffres de la survivance sont plus élevés que ceux qu'on avait obtenus avec des métaux purs, ce qui dépend avant tout de ce que les sels étaient plus éloignés (3^{mm}) de la culture que les métaux (1^{mm}). Nous rappellerons que dans nos expériences antérieures nous avions constaté que l'action des métaux diminuait rapidement à mesure qu'on éloignait ceux-ci de la culture. Quant aux autres microorganismes, les métaux agissent sur eux d'une manière semblable. Voici des données relatives à la bactérie lumineuse de la mer Noire, *B. ponticum* et aux levures (*S. cerevisiæ*) :

	Témoin.	Al.	Cu.	Pb.
B. ponticum....................	100	87,5	60,3	43,2
S. cerevisiæ....................	–	92,3	76,3	58,6

Nous voyons que les levures sont un peu moins sensibles que les bactéries.

Les métaux agissent à distance non seulement sur la quantité, mais aussi sur la qualité des colonies développées. Sous l'influence de Au, Pt, Pb, les colonies de *B. prodigiosum* étaient non seulement plus petites, mais encore souvent incolores; l'influence des métaux provoquait de cette façon la dissociation de la culture de *B. prodigiosum* en formes chromogènes et achromogènes.

Une feuille de papier blanc mince, mais compact, placée entre le métal et la culture à une distance de 1^{mm} de chacun d'eux diminue excessivement l'action des métaux ou bien l'annule totalement. Voici un exemple : *B. prodigiosum* et plomb :

	Témoin.	Al.	Cu.	Pb.
Métaux sans filtre en papier......	100	92,7	88,3	64,1
Métaux avec filtre en papier......	–	100	100,5	97,6

L'influence des métaux est affaiblie également par de minces plaques en verre en quartz.

Quel est le mécanisme de cette action des métaux à distance? L'idée d'une action chimique au moyen de la formation par les métaux d'ozone ou de peroxyde d'hydrogène n'est pas confirmée par nos expériences réitérées. Les réactifs les plus sensibles pour l'ozone et le peroxyde

d'hydrogène (réactif de Schœnbein, Ursol D et autres; papiers réactifs humides à une distance de 1mm du métal pendant 4 jours) ont donné un résultat absolument négatif. Cette action des métaux à distance offre une grande ressemblance avec celle des rayons X secondaires par les radiateurs métalliques (voir nos articles dans les *C. R. Acad. d. Sc. de l'U. R. S. S.*, 1931, A, n° 3). Nous penchons donc vers l'explication ci-après en l'admettant en qualité d'hypothèse utile : sous l'influence de la radioactivité du milieu ambiant (air, etc.) il se produit un rayonnement secondaire issu de la surface des métaux et possédant, de même que le rayonnement secondaire des rayons X, un pouvoir germicide considérable. Pendant l'action des métaux à distance, de même que pendant celle des rayons X secondaires, le rôle principal — et dans nos essais probablement le rôle exclusif — appartient à l'action d'électrons secondaires; les métaux bombardent d'électrons les cultures de microbes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Composition et évolution des réserves chez* Cyclamen latifolium. Note de M. **J.-M. Lys**, présentée par M. Molliard.

La composition des réserves hydrocarbonées peut varier dans un même genre de plantes, elle n'est pas identique dans toutes les parties; enfin, elle dépend des divers stades de la végétation.

Pour le genre *Cyclamen*, divers auteurs (1) ont obtenu à ce sujet des résultats assez peu concordants relatifs au *Cyclamen europæum* L. et nettement différents de ceux de nos expériences personnelles. Nous avons pu, d'autre part, recueillir sur la côte libanaise une autre espèce : *Cyclamen latifolium* de Sbithorp (2), caractérisée par un tubercule très gros, des pédoncules non enroulés et une période de floraison qui va de février en mai. Cette espèce recherche de préférence les sols calcaires : la dessiccation des tubercules fournit en moyenne 81 pour 100 d'eau. Le résidu, calciné, donne 0,60 pour 100 de cendres, où l'on décèle des carbonates et des phosphates de métaux qui sont, par ordre d'importance décroissante : le calcium, le potassium, le magnésium, l'aluminium et le fer. Ce dernier est en quantité minime.

Nous avons trouvé dans le *Cyc. latifolium* un contenu glucidique qui

---

(1) S. de Luca, *Comptes rendus*, 47, 1858, p. 295; 87, 1878, p. 297.
(2) Boissier, *Flora orientalis*, 4, p. 12.

diffère de celui observé par les auteurs dans *Cyc. europæum;* on y rencontre, en effet, glucose, fructose, *saccharose*, une lévulosane spécifique, un glucide saponique et enfin une quantité abondante d'amidon localisé exclusivement dans les tubercules.

L'évolution de ces produits nous paraît intéressante à détailler :

1° Dans les *tubercules*, les réserves possèdent un pouvoir rotatoire positif, qui devient négatif par hydrolyse; par exemple, il passe de +18° à — 56°; et il en est de même pendant toute la végétation. Mais on constate que la teneur en matières hydrocarbonées s'accroît pendant la floraison pour décroître ensuite; ainsi pour 100g de matière fraîche, on a trouvé les résultats suivants, à des périodes différentes :

	Début de la floraison, 27 février.	Pendant la floraison, 11 avril.	Après la floraison, 29 mai.	Après la végétation, 25 juin.
Réducteur préformé..........	0,06	0,12	0,30	0,18
Saccharose..................	0,62	2,50	1,97	1,29
Lévulosane..................	0,67	1,82	2,83	1,65
Réducteur total.............	1,35	4,44	5,10	3,12

Soulignons la présence du saccharose, que nul auteur à notre connaissance n'a signalée.

Il semble qu'il faut distinguer deux périodes dans la vie du tubercule : il y a d'abord formation de réducteur qui peut servir au développement de la plante, et ensuite il y a accumulation des sucres simples en matières de réserves plus complexes.

2° Dans les *feuilles*, le pouvoir rotatoire initial est plus élevé que dans les tubercules; de + 28° avant l'hydrolyse, il passe seulement à — 10° après l'hydrolyse acide.

De même le réducteur initial est plus abondant : 0g,40 pour 0g,60 de réducteur total.

Nous avons ici surtout du glucose, tandis que dans les tubercules dominait le principe lévogyre. Sur 100g de produit frais nous avons dosé 0g,25 de glucose, 0g,16 de saccharose, 0g,14 de fructose. Résultat bien conforme à ce qu'on sait de l'activité physiologique des feuilles.

3° Les *pédoncules*, à l'inverse des autres organes analysés, ont toujours donné un pouvoir rotatoire négatif; ainsi de — 18° avant l'hydrolyse, il passe à — 36° après inversion. En outre, la différence est faible entre le réducteur initial, 1g,20, et le réducteur total, 1g,74. Dans ces organes, contrairement à ce qui s'observe dans les feuilles, c'est le fructose qui pré-

domine : il sert évidemment à la formation du tissu des pédoncules qui sont très grands et se développent rapidement.

Notons enfin que la lévulosane, qui se trouve abondante dans les tubercules, se retrouve aussi dans les fleurs, mais ne se rencontre pas dans les feuilles.

La recherche de ces glucides nous a obligé à modifier quelque peu les méthodes habituelles d'extraction.

EMBRYOGÉNIE. — *Le développement du* Palæmonetes mesopotamicus *Pesta, comparé à celui des autres* Palæmonetes *circaméditerranéens*. Note de M. E. **Sollaud**.

En l'état actuel de nos connaissances, les crevettes du genre *Palæmonetes* Heller sont représentées dans les régions circaméditerranéennes par quatre formes, aisément reconnaissables, et considérées d'ordinaire comme des *variétés* d'une même espèce, *P. varians* (Leach); j'estime qu'il y a avantage à en faire quatre *espèces* différentes, qui constituent d'ailleurs à l'intérieur du genre un petit groupe naturel, ou *clan*, bien défini ; ce sont : 1° *Palæmonetes varians* (Leach), qui est sans conteste la forme la plus voisine de la souche commune, si elle ne lui est identique; son domaine s'étend suivant une bande étroite le long des côtes occidentales de l'Europe et du Maroc, et se prolonge en Méditerranée le long des côtes de la Berbérie, jusqu'à la région de Sousse; 2° *P. mesogenitor* Soll. [1], qui occupe la zone déprimée des grands chotts sud-constantiniens et sud-tunisiens, depuis la région de Biskra jusqu'au littoral de la petite Syrte; 3° *P. antennarius* (H. Milne-Edw.), signalé en Italie, dans la péninsule des Balkans, et dans certaines îles du bassin oriental de la Méditerranée; 4° *P. mesopotamicus* Pesta, dont l'aire s'étend sur la Syrie et la Mésopotamie.

On sait que les œufs pondus par ces crustacés peuvent être répartis en trois catégories correspondant à des dimensions différentes (modes *micro-*, *meso-* et *macrogenitor*). Contrairement à une opinion courante, ces différences ne sont pas dues à des causes actuelles, et il semble qu'une espèce donnée ponde toujours des œufs du même type; on ne peut donc pas parler

---

[1] La forme que j'ai nommée antérieurement *P. punicus* est une sous-espèce géographique propre au sud de la Tunisie et doit s'appeler *P. mesogenitor punicus* Soll.

de polymorphisme pœcilogonique au sens strict de ce terme. Il n'en reste pas moins qu'il existe un *parallélisme* remarquable entre les *dimensions des œufs* et le *degré moyen de salinité* des eaux où vivent ces crustacés : *P. varians*, qui habite des eaux saumâtres à salinité généralement inférieure à celle de la mer, donne des œufs relativement petits ($0^{mm},75$ à $0^{mm},80$ suivant le grand axe : mode *microgenitor*), mais de taille déjà nettement supérieure à celle des œufs que donnent les Palémonides littoraux franchement marins ($0^{mm},55$ à $0^{mm},65$); le développement a d'ailleurs subi une condensation appréciable dans cette espèce, qui éclôt non plus sous l'aspect d'une *zoea* typique, mais d'une *epizoea*. *P. mesogenitor*, dont les œufs sont un peu plus gros ($1^{mm},1$ à $1^{mm},2$) vit dans des eaux continentales, mais qui renferment presque toujours une notable quantité de sels, surtout de sels de magnésium, les rendant peu ou même pas du tout potables. Enfin le mode *macrogenitor* ($1^{mm},3$ à $1^{mm},4$) caractérise *P. antennarius* et *P. mesopotamicus*, qui vivent normalement dans des eaux franchement douces (l'ontogénie est naturellement bien plus condensée dans ces trois dernières espèces).

La constatation de ce parallélisme, qu'il est difficile de considérer comme purement fortuit, est peu en faveur de la théorie de la *préadaptation*, qui voit dans l'accroissement de la masse des réserves vitellines de l'œuf le résultat d'une mutation germinale apparue par hasard chez un ancêtre littoral marin, à qui elle aurait permis de venir peupler les eaux continentales [1]; il semble plus naturel d'y voir le résultat d'une variation survenue dans le métabolisme général, du fait même de la pénétration dans les eaux continentales, et devenue peu à peu héréditaire.

Grâce à l'obligeance de M. Vl. Besnard, qui a bien voulu recueillir des matériaux sur mes indications, j'ai pu examiner des embryons de *P. mesopotamicus* tout près d'éclore, et me convaincre que la première forme libre est notablement différente de celle du *P. antennarius*, bien que les œufs soient du même type. L'éclosion libère dans les deux cas une larve *subparva;* mais tandis que celle du *P. antennarius* a conservé des *exopodites* sur les *deux premières paires de pattes*, dans celle du *P. mesopotamicus les cinq paires de pattes ont perdu toutes traces d'exopodites*, comme c'est aussi le cas dans la *subparva* du *P. mesogenitor*. Par contre *P. mesopotamicus* s'éloigne de *P. mesogenitor* par le fait que les pièces buccales sont à l'éclosion beau-

(1) Le prétendu avantage conféré aux animaux d'eau douce par le fait d'avoir un développement plus condensé est très problématique.

coup moins différenciées, les endites des deux paires de maxilles en particulier n'étant encore que faiblement indiqués et dépourvus de soies, comme chez *P. antennarius*. Enfin la première larve du *P. mesopotamicus* offre des caractères qui lui sont propres et l'éloignent de toutes les autres espèces du groupe. Je citerai un seul exemple, qui a trait à la rangée de grosses soies plumeuses du bord postérieur du telson : leur nombre paraît être constant dans les larves *zoea* ou *epizoea* des Palémonides à petits œufs, qui en possèdent régulièrement 14; malgré les troubles apportés dans la morphogénèse du fait de la condensation du développement, ce nombre fondamental se retrouve dans la larve *subparva* chez *P. mesogenitor* et *P. antennarius;* dans celle du *P. mesopotamicus*, au contraire, ces soies sont plus nombreuses, comme c'est aussi le cas dans les larves de certaines espèces d'eau douce du genre *Palæmon;* j'en compte 22 chez les larves des individus recueillis en Syrie dans le bassin de l'Oronte, 27 ou 28 chez les larves d'individus recueillis dans le bassin de l'Euphrate.

Il y a donc, dans le groupe du *P. varians*, *autant de modes particuliers de développement que d'espèces actuellement reconnues*. Les différences qui s'observent entre la larve *subparva* du *P. antennarius* et celle du *P. mesopotamicus*, malgré l'aspect identique des œufs produits par ces deux espèces (mode *macrogenitor*), peuvent s'expliquer en partie par des différences dans le temps écoulé depuis le moment de la pénétration en eau douce, en partie par le fait que des conditions de milieu comparables ont agi sur des organismes déjà quelque peu différents par leur constitution génotypique.

PHYSIOLOGIE. — *La répartition des représentants urinaires du métabolisme azoté chez les diverses espèces mammifères lors du minimum de dépense endogène spécifique*. Note [1] de M. **Émile Terroine**, M[lles] **Marguerite Champagne** et **Gilberte Mourot**, présentée par M. d'Arsonval.

L'étude comparée de la composition de l'urine chez les diverses espèces a mis en évidence certains caractères différentiels propres à des catégories d'êtres bien définies. Mais elle reste insuffisante, parce que, dans la plupart des cas, on ne peut distinguer les faits contingents dus aux différences de régime alimentaire, des faits nécessaires définissant l'organisme considéré. Pour atteindre ces derniers et ceux-là seulement, il nous a paru qu'un

---

(1) Séance du 13 juin 1932.

unique procédé devait être mis en œuvre dans tous les cas : amener à l'aide d'une alimentation de tous points identiques, tous les sujets étudiés au niveau minimum de leur dépense azotée endogène spécifique.

C'est ce à quoi nous avons procédé sur des représentants adultes d'espèces très différentes, rat, lapin, chien, porc, et pendant des périodes suffisamment prolongées. Une telle étude ayant été antérieurement poursuivie chez l'homme (Zeller; Graham et Poulton; Robison; Smith; Deuel, Sandiford et Boothby) nous avons joint aux nôtres les résultats qu'elle a fournis. Ces résultats sont réunis dans les deux tableaux ci-dessous.

Tableau I. — *La répartition de l'azote urinaire dans la dépense azotée minima.* (Valeurs exprimées en pour 100 de N total.)

Espèce animale.	pH.	N de l'urée.	N de NH^3.	N aminé.	N urée + N de NH^3 + N aminé.	N allantoïne (ac. uriq., chez l'homme).	N créatinine.	N créatine.	N indéterminé.
Rat........	8,2-8,6	37,8	4,5	21,9	64,2	13,4	10,2	0,4	11,1
Lapin.......	8,5-8,8	76,5	0,1	2,1	78,7	6,3	4,6	0,4	5,3
Chien.......	7,5	52,5	3,6	9,8	65,9	11,9	8,4	0	15,2
Porc.......	8,2-8,4	44,4	4,4	8,3	57,1	9,8	27,7	0,6	4,5
Homme....	–	44,5	11,8	4,7	61,0	4,7	26,0	–	–

Tableau II.

La répartition des éléments de la somme (N urée + N de NH^3 + N aminé).

Espèce animale.	En °/₀ de la somme (N urée + N de NH^3 + N aminé). N de l'urée.	N de NH^3.	N de l'urée + N de NH^3.	N aminé.
Rat....................	59,3	6,6	65,9	33,9
Lapin..................	97,3	0,4	97,7	2,1
Chien..................	80,0	5,6	85,6	14,4
Porc...................	76,9	7,7	84,6	15,3
Homme................	72,9	19,2	92,1	7,7

Nous nous croyons en droit de formuler les principales conclusions suivantes :

1° La répartition des représentants urinaires du métabolisme azoté, lors du minimum de dépense endogène spécifique, n'est pas la même chez toutes les espèces animales. L'excrétion de l'allantoïne, sans rester proportionnelle à celle de la somme « N urée + N de NH^3 + N aminé », marche toutefois de pair avec cette dernière. Les variations de la créatinine sont entièrement indépendantes de celles des autres constituants azotés.

2° Le métabolisme protéique, approximativement représenté par la somme « N urée + N de NH^3 + N aminé », figure pour 60 pour 100 environ dans le métabolisme endogène total du rat, du chien, du porc et de l'homme.

3° Le *coefficient d'oxydation protidique*

$$\frac{\text{N urée}}{\text{N urée} + \text{N de NH}^3 + \text{N aminé}} \quad \text{ou} \quad \frac{\text{N urée} + \text{N de NH}^3}{\text{N urée} + \text{N de NH}^3 + \text{N aminé}}$$

varie considérablement avec les espèces animales : 97 pour 100 chez le lapin, 80 pour 100 chez le chien et le porc, 60 pour 100 chez le rat. Ces variations tiennent essentiellement aux proportions plus ou moins élevées d'azote aminé présentes dans l'urine.

4° Les représentants des diverses espèces de mammifères, même soumis à un régime identique, rejettent des quantités très différentes d'ammoniaque. Les différences ne s'expliquent en aucune manière par des variations correspondantes de pH.

5° Le rapport N allantoïne/N total de l'urine est toujours beaucoup plus élevé que le rapport N purique/N total de l'organisme producteur : chez le rat, le premier est de 13 pour 100 et le second de 2 pour 100. L'organisme maintenant constant son rapport N purique/N total (Truszkowski) une part importante de l'allantoïne excrétée provient donc d'une synthèse. L'azote de la créatinine n'est pas lié à l'azote total par une constance de rapport. Le taux d'excrétion de la créatinine n'est donc pas un indice valable de la grandeur du métabolisme azoté endogène total.

6° Le rapport urinaire N créatinine/N total est beaucoup plus élevé que le rapport N créatine/N total de l'organisme. Chez le rat, le premier est de 10 pour 100 alors que le second est de 2 pour 100. L'organisme maintenant constant ce dernier rapport après une longue inanition azotée (Chanutin), une part importante de la créatinine excrétée doit tirer son origine de substances autres que la créatine du muscle.

PHYSIOLOGIE. — *Conclusions sur le métabolisme hydrothermique.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. d'Arsonval.

Mettons en lumière les résultats acquis au cours de nos recherches sur le métabolisme hydrothermique [1].

---

[1] Jules Amar, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 484, 1382 et 1758.

1° *Coefficient hydrothermique* H. — En luttant pour maintenir constante sa température interne, l'homéotherme dépense *les deux tiers de la chaleur inutile* à vaporiser de l'eau ([1]). Il y a là la part S de la sudation, et la part P de la transpiration pulmonaire, cette dernière étant *le neuvième* environ de la chaleur totale. On a

Au repos........ $H = S + P = 2/3(Q - R)$, avec $P = 1/9Q$.
Au travail....... $H' = S' + P' = 2/3(Q' - R - \mathfrak{T})$, avec $P' = 1/9Q'$.

En vertu de la loi des surfaces $(Q - R)$ ou $(Q' - R)$ ne change pas entre certaines limites de température. De telle sorte que le froid augmente P aux dépens de S, et inversement la chaleur. On voit aussi que le travail $\mathfrak{T}$ accroît sudation et transpiration pulmonaire à la fois, deux mécanismes dissipateurs. Les formules permettent de calculer le poids de sueur perdue dans un bain de vapeur à température élevée, cas où le terme R change de signe.

2° *Coefficient urothermique* U. — La sécrétion rénale, disions-nous, est une *sudation interne*, gouvernée comme les précédentes par le métabolisme énergétique. Mais tandis que là, seule agit la « chaleur inutile » affluant vers la peau, ici on ne règle pas la température du corps; on élimine les déchets de tout le métabolisme (*urée* notamment); d'où l'action totale de l'énergie développée sur les glomérules rénaux, véritables alambics distillant l'eau prise aux capillaires. Aussi l'intensité de la respiration et de l'hématose dans ces éléments cellulaire est-elle considérable.

Le poids des urines en un temps donné représente le *tiers* de l'énergie entière du métabolisme, sauf à en déduire le travail s'il y en a. Le *coefficient urothermique* sera donc

Au repos.................... $U = 1/3Q$;
Au travail.................. $U' = 1/3(Q' - \mathfrak{T})$.

La chaleur ainsi dépensée se récupère puisqu'il s'agit d'une opération interne; et les formules montrent que la masse des urines augmente par le froid, par le travail des muscles, et qu'elle est relativement plus grande chez les enfants.

3° *Réflexions et conclusions.* — L'urothermie suggère certaines réflexions et fournit d'intéressantes conclusions.

([1]) Nous avions donné ce nom de *chaleur inutile* à celle qui n'est employée ni au rayonnement R, ni au travail musculaire $\mathfrak{T}$.

Considérons un organisme en équilibre physiologique, alimenté de façon invariable et *sans substances diurétiques*. Le volume V de ses urines en 24 heures donnera la valeur énergétique de son métabolisme, soit « basal », soit celui du régime habituel. Mais cette énergie est celle du volume v d'eau contenue dans les urines. Nous le calculons comme suit :

Soient P le poids total des urines et v' le volume de leur partie solide avec sa densité moyenne [1] qui est 1,70. Nous écrirons : $P = v + 1,70v'$, et $V = v + v'$. D'où l'on déduit : $5V - 3P = 2v$, *relation à retenir*. Il y en a une seconde, non moins pratique. La densité moyenne des urines étant 1,025, il s'ensuit que

$$5V - 3V \times 1,025 = 2v.$$

D'où

$$v = 0,962\,V.$$

Il est aisé de mesurer P et V ; les deux formules ci-dessus sont également utiles, surtout en clinique.

Comme 1^{cm^3} d'eau emploie une chaleur totale de vaporisation d'environ $0^{\text{cal}},595$, nous écrirons

$$Q \text{ calories} = v \times 0,595 = V \times 0,962 \times 0,595 \times 3,$$

soit une chaleur métabolisée

$$Q = V \times 1,72.$$

Ce procédé expérimental est correct et simple ; il est superflu d'en souligner l'importance en hygiène du travail et des sports. En clinique, il dispense des laborieuses déterminations calorimétriques. Il démontre, par exemple, que le taux des urines est insuffisant dans le cas de *jeûne prolongé*, par insuffisance d'eau ; le métabolisme s'écarte de la normale à cause de cela uniquement. Portant la quantité d'eau à 20^{g} par kilogramme, on revient à la règle ci-dessus.

Le criterium urothermique mérite d'avoir de nombreuses applications en physiologie et en pathologie.

---

(1) Il y a, en effet, 1 partie de sels lourds ($d = 2,66$), 2 de chlorure de sodium ($d = 2,17$) et 5 d'urée ($d = 1,33$), d'où la valeur moyenne :

$$d_m = \frac{2,66 + (2 \times 2,17) + (5 \times 1,33)}{8} = 1,70.$$

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Action des centres sur les diverses caractéristiques de la fibre nerveuse. Analogie avec l'électrotonus.* Note [1] de MM. **A.-M. Monnier** et **H.-H. Jasper**, présentée par M. L. Lapicque.

Marcelle Lapicque [2] a montré que les centres sont capables d'agir sur la chronaxie de certaines fibres motrices correspondantes. La chronaxie ainsi modifiée par les centres a reçu le nom de chronaxie de *subordination* (L. Lapicque). Nous avons entrepris de rechercher si les centres n'altèrent pas, en même temps que la chronaxie, les autres caractéristiques du nerf.

Afin d'avoir des résultats nets, la chronaxie de subordination se manifestant électivement sur certains groupes de muscles, nos expériences ont porté sur un rameau innervant un muscle qui présente un phénomène marqué de subordination (nerf du gastro-cnémien de la grenouille). Afin d'atténuer le choc opératoire consécutif à la dissection, lequel a généralement pour effet d'abolir l'activité des centres, nous avons préalablement anesthésié les animaux au chloroforme, et, pour éviter l'hémorragie préjudiciable à l'activité des centres, ligaturé l'artère iliaque. Nous attendions ensuite que l'anesthésie fût dissipée.

1° *Relation entre la vitesse de propagation, l'amplitude, la durée du potentiel d'action et la chronaxie de subordination.* — Ces expériences ont été exécutées à l'aide d'un oscillographe cathodique de Gasser et d'Erlanger. Chaque fois que nous avons observé une chronaxie de subordination typique, c'est-à-dire une chronaxie qui s'élevait dès que l'action des centres était supprimée (section des nerfs lombaires), nous avons pu mettre en évidence les faits suivants, parallèlement à la diminution de la chronaxie due aux centres :

a. Ralentissement de la vitesse de propagation du potentiel d'action (22 pour 100 en moyenne sur 11 expériences, parallèlement à une chronaxie augmentée de 33 pour 100 [3]);

b. Changement négligeable de l'amplitude et de la durée du potentiel d'action élémentaire dû à une seule fibre nerveuse, ce que nous avons pu observer en utilisant des stimuli juste liminaires.

---

(1) Séance du 13 juin 1932.

(2) *C. R. de la Soc. de Biol.*, **88**, 1923, p. 46.

(3) *C. R. de la Soc. de Biol.*, **110**, 1932, p. 286.

2° *Relation entre le potentiel de démarcation et la chronaxie de subordination.* — Nous avons régulièrement observé que le potentiel de démarcation du nerf (mesuré par la méthode d'opposition) était accru quand la chronaxie était réduite par l'action des centres. Cette manière d'opérer permet, en quelque sorte, d'apprécier de façon continue l'activité des centres. Par exemple, ce potentiel s'élève au fur et à mesure que l'anesthésie de la grenouille se dissipe, oscille alors autour d'un niveau élevé pour tomber immédiatement à un niveau plus bas et stable, sitôt après suppression de la liaison avec les centres (moyenne de 9 expériences : après section, chronaxie augmentée de 24 pour 100, potentiel de démarcation diminué de 29 pour 100). Ce phénomène ne peut être attribué à la cessation d'une activité fonctionnelle commandée par les centres, laquelle activité devrait au contraire se traduire par une diminution du potentiel de repos (variation négative de Du Bois Reymond).

3° *Étude des variations de la rhéobase sous l'influence de la subordination.* — La subordination provoque des variations sensiblement inverses de la rhéobase et de la chronaxie. Autrement dit le produit rhéobase $\times$ chronaxie est en première approximation indépendant de la subordination (ce produit n'augmente que de 7 pour 100 après section des nerfs lombaires, moyenne calculée sur 20 expériences). En outre si, à l'instar de H. et E. Lassale [1] on considère l'excitabilité comme liée à l'énergie mesurée par le produit : carré de la rhéobase par la chronaxie, on observe dans ces dernières expériences que la rupture de la liaison avec les centres réduit l'énergie ci-dessus de 22 pour 100 en moyenne. La subordination a donc pour effet de diminuer l'excitabilité du nerf, caractérisée par l'inverse de l'énergie.

Ces divers résultats sont confirmés par les expériences où la chronaxie de subordination ne s'est pas manifestée. En effet, dans ces cas aucune des modifications indiquées ci-dessus ne s'est alors révélée de façon appréciable.

Nous avons été guidés, dans chaque phase de cette recherche, par une analogie étroite avec l'électrotonus. En effet les données modernes précises concernant l'électrotonus [Cardot et Laugier [2], Bishop, Erlanger et Gasser [3]] permettent d'établir entre l'action des centres et un anélectrotonus d'intensité convenable, un parallèle suggestif, à savoir, dans les deux cas, la rhéobase est accrue, la chronaxie diminuée (de sorte que le produit

---

(1) *Ann. de Phys. et de Physico-Chim. Biol.*, 14, 1928, p. 323.

(2) *C. R. de la Soc. de Biol.*, 76, 1914, p. 249.

(3) *Amer. Journ. of Physiol.*, 78, 1926, p. 630.

rhéobase × chronaxie reste constant); l'excitabilité est réduite; le potentiel de démarcation est augmenté; le potentiel d'action est ralenti; son amplitude et sa durée étant altérées de façon négligeable.

En résumé tout se passe comme si l'action des centres se traduisait essentiellement par un accroissement de la polarisation de la fibre nerveuse, car l'augmentation artificielle de cette polarisation (anélectrotonus) permet de reproduire expérimentalement, en grandeur et en signe, toutes les modifications des caractéristiques nerveuses produites par les centres. Ceux-ci, comme l'anélectrotonus, altèrent bien davantage les paramètres d'excitabilité du nerf, que la durée et l'amplitude du potentiel de ce dernier. Autrement dit les centres agissent surtout sur l'excitabilité de la fibre nerveuse et peu ou pas sur la durée et l'amplitude de l'influx nerveux. On peut donc en déduire que la disjonction fonctionnelle entre éléments normalement isochrones se produit vraisemblablement lors de l'arrivée de l'influx à l'entrée d'un élément nerveux soumis à la subordination et non à la sortie dudit élément.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les causes de l'atténuation et de l'exaltation du virus aphteux. Les récidives dans la fièvre aphteuse. Le choix des virus pour la vaccination antiaphteuse* [1]. Note de M. **J. Lignières**, présentée par M. E. Leclainche.

Dans la nature, le virus aphteux subit des variations lentes en général, mais certaines, de sorte que les qualités pathogènes et immunisantes des virus qu'on rencontre chez les malades ne sont pas identiques. Les caractères différentiels peuvent être peu accentués ou, au contraire, se présenter si nets qu'ils obligent à considérer des types complètement distincts, puisque quelques-uns ne vaccinent pas l'un contre l'autre. Ces virus très différenciés peuvent être pris comme des prototypes à côté desquels se rencontrent des variantes dues aux caractères immunisants ou pathogènes un peu différents.

Nous connaissons quelques causes d'exaltation ou d'atténuation du virus

---

[1] J. Lignières, *La détermination des types de virus aphteux* (*Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1691); *Sur la variabilité de la qualité pathogène et immunisante du virus aphteux* (*Ibid.*, **194**, 1932, p. 1863); *Phénomènes paradoxaux de la propriété immunisante du virus aphteux* (*Ibid.*, **194**, 1932, p. 2090).

aphteux. Celui-ci augmente sa virulence quand les conditions de contagion sont favorables : animaux très sensibles et nombreux permettant au virus des passages successifs sur des organismes particulièrement réceptifs.

L'atténuation de la virulence s'observe sur les virus qui restent longtemps sans pouvoir exercer leur action pathogène, bien qu'il y ait aussi des conditions naturelles de la longue conservation de cette virulence (virus désséchés). Le passage d'un virus d'une espèce animale sur une autre diminue son pouvoir pathogène; celui-ci est aussi affaibli par la résistance naturelle de certains sujets.

Le virus retiré d'un aphte, le deuxième ou le troisième jour, se montre moins actif que celui qui a été prélevé le jour de l'apparition de la lésion. Les virus très longtemps adaptés à certaines espèces, comme le cobaye, finissent par perdre leur virulence pour les bovidés. Nous avons montré que l'inoculation au cobaye de virus aphteux, extrêmement dilué, peut faire des lésions où ce virus se montre subitement très atténué et incapable de donner la moindre immunité [1].

Tous ces faits contribuent à éclairer le problème des récidives qu'on observe si souvent sur les troupeaux qu'une première atteinte aurait dû immuniser. La notion de la multiplicité des virus ne se vaccinant pas l'un par l'autre, qui avait tout d'abord paru donner la clef du mystère, est tout à fait insuffisante, puisque l'on constate souvent que les virus qui attaquent successivement les mêmes sujets, à intervalle de quelques mois, parfois de quelques semaines, sont du même type.

Les récidives s'expliquent mieux par le phénomène de la variation des virus, cette variation portant à la fois sur leur pouvoir pathogène et sur leur qualité immunisante. *Il est des virus dont la propriété vaccinante est nettement inférieure à celle d'autres virus, ainsi que le démontrent, avec la dernière évidence, les inoculations expérimentales.* Si l'on ajoute à cela des causes possibles de sensibilisation des sujets par tout ce qui peut affecter les réactions organiques normales : chaleurs excessives, froids humides, troubles intestinaux d'origine alimentaire, maladies préexistantes, on comprend davantage l'apparition de la fièvre aphteuse trois et quatre fois dans l'année sur les mêmes animaux.

Toutes ces constatations compliquent à ce point le problème de la vaccination contre la fièvre aphteuse, qu'on peut se demander si celle-ci est

---

([1]) Dans ma précédente Note (*Comptes rendus*, 194, p. 2090), au lieu de : dilutions au 1/10000e et 1/100000e, il faut lire : dilutions du 1/100000e au 1/4000000e.

possible. Cependant il y a deux faits qui sauvent la vaccination chez les animaux normaux : le premier, c'est que tout virus aphteux vaccine plus ou moins fortement, mais toujours d'une façon pratiquement utile contre lui-même, ce qui permettrait de vacciner avec fruit dans la région d'où provient le virus.

Le deuxième fait a une importance beaucoup plus grande ; il annule les conséquences si sérieuses des variations chez les mêmes types de virus : c'est la constatation capitale, qu'il existe dans chaque type de virus ce que j'appelle des prototypes forts. Ces virus forts déterminent après guérison, dans les organismes qu'ils ont atteints, une immunité qu'aucun virus intermédiaire du même type ne peut surmonter ; tandis qu'ils sont capables d'affecter plus ou moins (lésions locales) l'immunité laissée par des virus intermédiaires, toujours d'un type identique, mais plus faibles.

Le meilleur vaccin contre la fièvre aphteuse, celui qui aura une action quasi universelle, est celui qui sera produit avec les prototypes forts du virus aphteux multivalent.

L'immunité consécutive à ces vaccinations sera plus sûre et plus durable que celle qui suit les infections spontanées, si souvent produites par des virus d'essence pathogène plus faible que celle des virus forts servant de vaccins.

Conclusions. — *Après avoir considéré quelques causes de l'exaltation et de l'atténuation du virus aphteux, nous voyons que les récidives de la fièvre aphteuse, dans un même troupeau, ne sont pas provoquées uniquement par l'attaque successive de virus de types différents ; ces récidives ont également pour cause les faibles qualités immunisantes de certains virus et aussi une possible sensibilisation des animaux.*

On doit choisir, pour préparer un vaccin antiaphteux multivalent, les prototypes forts du virus aphteux.

A 16h l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17h.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'avril 1932.

Solutions superficielles. Fluides à deux dimensions et stratifications monomoléculaires, par André Marcelin. Paris, Les Presses universitaires de France, 1931; 1 vol.

Catalogues des plantes de Madagascar, publiés par l'Académie malgache :

— *Orchidaceæ*, d'après R. Schlechter, par H. Perrier de la Bâthie. Octobre 1930;

— *Cyperaceæ*, par H. Chermezon. Février 1931;

— *Pteridophyta*, par Carl Christensen. Juillet 1931;

— *Diascoreaceæ*, par H. Perrier de la Bâthie. Octobre 1931;

— *Anonaceæ*, par L. Diels. Octobre 1931;

— *Menispermaceæ*, par L. Diels. Octobre 1931;

— *Scrofulariaceæ*, d'après G. Bonati, par H. Perrier de la Bâthie. Octobre 1931;

— *Asclepiadaceæ*, par P. Choux. Octobre 1931;

— *Sapindaceæ*, par P. Choux. Octobre 1931;

— *Chlænaceæ*, par H. Perrier de la Bâthie. Octobre 1931; Tananarive, G. Pitot; en dépôt à Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales; 10 fasc. $25^{cm},2$.

Mouvements vibratoires. Acoustique. Optique physique. Ondes électromagnétiques. Électro-optique. Effets optiques du mouvement. In *Cours de Physique générale*, t. III, par H. Ollivier. Paris, Hermann et Cie, 1932; 1 vol. $25^{cm},3$.

La carte de l'Empire colonial français. In *Service géographique de l'Armée.* Paris, Georges Lang, 1931; 1 vol. $29^{cm},5$.

La géologie et les mines de l'Indochine française, par F. Blondel. Extrait des *Annales de l'Académie des sciences coloniales*, t. V. Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1932; 1 vol. 32^{cm}.

La Meccanica di Leonardo da Vinci, par Roberto Marcolongo. Napoli, S. I. E. M. Stabilimento Industrie Editoriali Meridionali, 1932; 1 vol. $35^{cm},5$. (Présenté par M. Élie Cartan.)

Comptes rendus du Congrès national des sciences. Bruxelles, 29 juin-2 juillet 1930; Bruxelles, Jean Rose, secrétaire général, 1930; 1 vol. $27^{cm},5$.

Auguste Forel, par Alex von Muralt. Berne, Éditions Hans Huber, 1931; 1 vol. 22^{cm}.

Le Maroc maritime français. Notice météorologique et océanographique, par J. Rouch. In *Mémoires de la Société des sciences naturelles du Maroc*, nº XXVIII. Paris, Émile Larose, 1931; 1 fasc. 25^{cm}. (Présenté par M. J.-B. Charcot.)

Contribution à la géométrie des systèmes articulés, par F.-E. Myard. Extrait du

Bulletin de la Société mathématique de France, t. LIX, fasc. III-IV. Paris, Institut Henri Poincaré, 1932; 1 fasc. 25cm. (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

Les principes de la Mécanique quantique, par P.-A.-M. Dirac. Paris, Les Presses universitaires de France, 1931; 1 vol. 24cm,5.

Volume jubilaire en l'honneur du professeur Charles Porcher pour son soixantième anniversaire. Chambéry, Imprimeries réunies, 1932; 1 vol. 29cm. (Présenté par M. Leclainche.)

L'Armée d'Orient délivrée du Paludisme, par Edmond et Etienne Sergent. Paris, Masson et Cie, 1932; 1 vol. 22cm.

Histoire naturelle des Coléoptères de France, par G. Portevin. Tome II : *Polyphaga* (*Lamellicornia, Palpicornia, Diversicornia*). In *Encyclopédie entomologique*, t. XIII. Paris, Paul Lechevalier et fils, 1931; 1 vol. 25cm. (Présenté par M. L. Bouvier.)

Jac. Berzelius. Lettres publiées au nom de l'Académie royale de Suède, par H. G. Söderbaum. XIII : *Correspondance entre Berzelius et Eilhard Mitscherlich* (1819-1847). Uppsala, Almqvist et Wiksells Boktryckeri, A. B., 1932; 1 vol. 23cm.

Cyrus Hall Mc Cormick, Seed-Time, 1809-1856, par William T. Hutchinson. New-York, The Century Co, 1930; 1 vol. 23cm,5.

Ouvrages reçus pendant les séances de mai 1932.

Centenaire de la Société royale des Arts et des Sciences de l'île Maurice, 1928-1929. Port-Louis, La typographie moderne, 1932; 1 vol. 24cm,5.

L'air moyen et la stratosphère, par Rodolphe-Soreau. Paris, Librairie polytechnique Ch. Béranger, 1931; 1 vol. 24cm.

La dynamique du sol, par Albert Demolon. Paris, Dunod, 1932; 1 vol. 25cm,5. (Présenté par M. G. Bertrand.)

Manuel pratique de Dermatologie. Le diagnostic. La peau et ses réactions. Thérapeutique. Les Dermatoses, par A. Desaux et A. Boutelier. Paris, Masson et Cie, 1932; 1 vol. 24cm. (Présenté par M. A. Desgrez.)

Diptères chironomidæ : IV (*Orthocladiinæ, Corynoneurinæ, Clunioninæ, Diamesinæ*), par Gœtghebuer. In *Faune de France*, Tome 23. Paris, Paul Lechevalier, 1932 1 vol. 25cm,5. (Présenté par M. L. Bouvier.)

Roses d'Europe, par G.-A. Boulenger, Volume II. Bruxelles, Gœmaere, 1931-1932; 1 vol. 24cm,5.

La troisième République de 1870 *à nos jours. Les grandes inventions françaises*, par A. Boutaric. Paris, Les Éditions de France, 1932; 1 vol. 25cm,5.

Technique de la lutte contre les maladies de la dégénérescence (*Perfectionnements, importance pour l'agronomie coloniale*), par J. Costantin. In *L'Agriculture pratique des Pays chauds*, 3e année, 1932, nos 22-23. Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales; 2 fasc. 24cm.

(*A suivre.*)

ERRATA.

—

(Séance du 25 avril 1932.)

Note de M. *Gabriel Bertrand* et Mme *M. Rosenblatt*, Sur la teneur inégale en manganèse des feuilles vertes et des feuilles étiolées :

Page 1407, les chiffres donnés dans le tableau sont exprimés en *milligrammes* pour 100 de matières.

(Séance du 2 mai 1932.)

Note de MM. *Étienne Canals*, *Marcel Godchot* et Mlle *Germaine Cauquil*, Sur le spectre Raman de quelques carbures cyclaniques :

Page 1577, ligne 12, *au lieu de* 10^{-3}, *lire* 10^{-5}.

(Séance du 17 mai 1932.)

Note de MM. *A. Sanfourche* et *A. Portevin*, Un mode particulier de corrosion des aciers austénitiques au chrome-nickel :

Page 1741, ligne 17, *au lieu de* solution à 35° Bé, *lire* solution à 53° Bé.

(Séance du 30 mai 1932.)

Note de M. *Vladimir Bernstein*, Sur une généralisation de la méthode de sommation exponentielle de M. Borel :

Page 1887, ligne 19, et page 1888, lignes 1 et 7, *au lieu de* $\overline{\lim} \log$, *lire* $\overline{\lim} \overset{+}{\log}$.

(Séance du 6 juin 1932).

Note de M. *Georges Urbain*, Essai de théorie coordinative de la constitution des composés organiques :

Page 1995, ligne 11, *au lieu de* nouveaux composés organiques, *lire* nombreux composés organiques.

(Séance du 13 juin 1932.)

Note de MM. *Gabriel Bertrand* et *L. Silberstein*, Sur la présence de sulfures minéraux dans une terre arable :

Page 2100, ligne 22, *au lieu de* Sans doute... de nickel ou de cobalt, *lire* Sans doute est-on en présence de protosulfure de fer, car le sulfure contenu dans la terre résiste à l'action de l'acide acétique qui, le fait est bien connu de tous les analystes, n'empêche pas la formation du sulfure ferreux par voie humide. Il faut aussi penser à d'autres sulfures : de manganèse, voire de zinc, de nickel ou de cobalt.

Même page, ligne 28, supprimer le mot *trois*; ligne 29, *au lieu de* le sulfure contenu dans la terre, *lire* le sulfure ou le mélange de sulfures de la terre.

Note de M. *Maurice Janet*, Détermination explicite de certains minima dans des problèmes sans conditions aux limites :

Page 2110, paragraphe 2, *ajouter :* La relation (2) a lieu quelle que soit la valeur de λ.

Note de M. *F. Labrousse*, La fonction fluorescigène chez les Bactéries phytopathogènes :

Page 2175, lignes 13 et suivantes, *lire* il ne saurait en être conclu, comme le fit cet auteur, que cette dernière espèce est effectivement phytopathogène. En effet, cette notion établie sur des expériences mal conduites....